



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - RG 141536

**STUDI PERHITUNGAN JUMLAH POHON KELAPA
SAWIT MENGGUNAKAN FOTO UDARA BERDASARKAN
METODE KLASIFIKASI BERBASIS OBJEK
(Studi Kasus: Perkebunan Kelapa Sawit, di
Kecamatan Kintap, Tanah Laut)**

MARIA REGINA CAELI
NRP 3512 100 054

Dosen Pembimbing
HEPI HAPSARI HANDAYANI, ST, M.Sc

PROGRAM STUDI TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

TUGAS AKHIR - RG 141536

**‘STUDI PERHITUNGAN JUMLAH POHON KELAPA SAWIT
MENGUNAKAN FOTO UDARA BERDASARKAN METODE KLASIFIKASI
BERBASIS OBJEK’
(STUDI KASUS : PERKEBUNAN KELAPA SAWIT DI KECAMATAN
KINTAP, KABUPATEN TANAH LAUT)**

MARIA REGINA CAELI
NRP3512100054

DOSEN PEMBIMBING:
HEPI HAPSARI HANDAYANI, S.T, M.Sc.

PROGRAM STUDI TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2016

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL ASSIGMENT - RG 141536

**'STUDY FOR CALCULATION OF OIL PALM TREE USING AERIAL
IMAGE APPLYING FOR OBJECT BASED CLASSIFICATION METHOD'
(CASE STUDY: PALM OIL IN KINTAP SUBDISTRICT, TANAH LAUT)**

MARIA REGINA CAELI
NRP3512100054

Supervisor:
HEPI HAPSARI HANDAYANI, S.T, M.Sc.

GEOMATIC ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember of Institute Technology
Surabaya 2016

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**‘Studi Perhitungan Jumlah Pohon Kelapa Sawit
Menggunakan Foto Udara Berdasarkan Metode Klasifikasi
Berbasis Objek’
(Studi Kasus : Perkebunan Kelapa Sawit di Kecamatan
Kintap, Kabupaten Tanah Laut)**

Nama Mahasiswa : Maria Regina Caeli
NRP : 3512100054
Jurusan : Teknik Geomatika FTSP – ITS
**Pembimbing : 1. Heki Hapsari Handayani, ST,
MSc.**

ABSTRAK

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), pada tahun 2013, Kelapa sawit merupakan komoditi ketiga setelah Karet dan Kelapa di Provinsi Kalimantan Selatan, namun di Kabupaten Tanah Laut, Kelapa Sawit menduduki urutan kedua setelah Karet. Sampai tahun 2013 tercatat luas tanam Kelapa Sawit di Provinsi Kalimantan Selatan mencapai 353.984.052 m² , sedangkan di Kabupaten Tanah Laut, tercatat memiliki area tanam seluas 81.054.820 m². Sebagai komoditas unggulan, perlu adanya monitoring lahan secara akurat dan berkala untuk mengontrol produktivitas Kelapa Sawit.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk perhitungan jumlah pohon Kelapa Sawit dengan tepat, dan cepat adalah dengan klasifikasi berbasis objek menggunakan data mozaik orthophoto dari 60 foto udara. Kamera yang digunakan dalam penelitian ini adalah kamera metrik. Untuk mengetahui nilai parameter yang tepat pada proses perhitungan otomatis dengan metode klasifikasi berbasis objek, dilakukan uji perbandingan dengan hasil perhitungan manual jumlah pohon Kelapa Sawit dengan metode deliniasi.

Sehingga didapat prosentase jumlah perhitungan otomatis pada metode klasifikasi berbasis objek terhadap perhitungan manual pada metode deliniasi sebesar 84,64%. Yaitu sejumlah 518 pohon pada perhitungan otomatis, sedangkan dari perhitungan manual didapat 612 pohon. Dengan menggunakan Scale Level pada proses Segmentasi sebesar 54,8, dan Merge Level 80,4 dengan algoritma K-Nearest Neighbor.

Kata Kunci—Kelapa Sawit, Klasifikasi Berbasis Objek, Deliniasi, Foto Udara.

**'Study for Calculation of Oil Palm Tree Using Aerial Image
Applying for Object Based Classification Method'
(Case Study: Palm Oil in Kintap subdistrict, Tanah Laut).**

Nama Mahasiswa : Maria Regina Caeli
NRP : 3512100054
Jurusan : Teknik Geomatika FTSP – ITS
**Pembimbing : 1. Hepi Hapsari Handayani, ST,
MSc.**

ABSTRACT

According to the Badan Pusat Statistika (BPS), in 2013, oil palm is the third commodity after Rubber and Coconut in South Borneo province, but in Tanah Laut, Oil Palm ranks second after the rubber. Until the year 2013 recorded the acreage of oil palm in South Borneo province reached 353.984.052 m², whereas in Tanah Laut regency, was noted to have the planting area covering an area of 81.054.820 m². As a leading commodities, the need for monitoring land accurately and periodically to control oil palm productivity.

One method that can be used for the easier and faster calculation of oil palm trees is to use object based classification using orthophoto mosaic from 60 aerial photographs. The camera used in this study is a metric camera. To determine the value of the correct parameters in the process of automatic calculation method based classification of objects, test the comparison with the results of manual calculations with a number of Oil Palm tree delineation merthod.

In order to get a percentage of the automatic calculations number using object-based classification method to manual calculations on the method of delineation of 84.64%. Ie some 518 trees on the calculation of the automatic, while manual calculations obtained from 612 trees. Using the Scale Level the

segmentation process by 54.8 and 80.4 Level Merge with K-Nearest Neighbor algorithm.

Keyword-Palm Oil, Object-Based Classification, Delineation, Aerial Image.

**STUDI PERHITUNGAN JUMLAH POHON KELAPA
SAWIT MENGGUNAKAN FOTO UDARA
BERDASARKAN METODE KLASIFIKASI BERBASIS
OBJEK'**

**(STUDI KASUS : PERKEBUNAN KELAPA SAWIT
DI KECAMATAN KINTAP, KABUPATEN TANAH LAUT)**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada

Program Studi S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

MARIA REGINA CARLI

Nrp. 3512100054

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

1. Hepi Hapsari Handayani, ST., M.Sc.
NIP. 197812122005012001



SURABAYA, JUNI 2016

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir (TA) yang berjudul ‘STUDI PERHITUNGAN JUMLAH POHON KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN FOTO UDARA BERDASARKAN METODE KLASIFIKASI BERBASIS OBJEK’ dengan lancar dan tepat waktu.

Selama penyelesaian laporan kerja praktek ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Sehingga disini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, atas karunia dan kesempatan-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat melakukan dan menyusun laporan penelitian Tugas Akhir ini
2. Kedua orang tua yang telah memberikan doa dan dukungan.
3. Ibu Hepi Hapsari Handayani, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir, di Teknik Geomatika ITS.
4. Bapak Taufiqqurrahman, dari PT.Zona Spasial, yang telah menyediakan data dan memberi pengarahan Tugas Akhir.
5. Kak Ferdi yang telah memberikan banyak saran dan masukan dalam pengerjaan Tugas Akhir.
6. Para sahabat ‘Gelembung’ yang telah memberikan bantuan dan motivasi dalam melaksanakan Tugas Akhir.

Demikian laporan Tugas Akhir ini dibuat, penulis sadar bahwa laporan ini masih memiliki banyak kekurangan, oleh karena itu penulis memohon maaf atas kekurangan tersebut dan mengharapkan kritik dan saran membangun dari pembaca. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih dan berharap semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca dan Mahasiswa Teknik Geomatika.

Surabaya, 3 Mei 2016

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB II.....	5
2.1 Fotogrametri	5
2.1.1 Pengertian Fotogrametri	5
2.1.2 Prinsip Fotogrametri.....	5
2.1.3 Reseksi Ruang	7
2.1.4 Interseksi Ruang	8
2.1.5 Foto Udara	8
2.1.6 Kegunaan Fotogrametri	10
2.2 Koreksi Geometrik	10
2.3 Peta Foto dan Mosaik	12
2.4 Klasifikasi Berbasis Objek	13
2.4.1 <i>Segmentation</i> (Segmentasi)	14

2.4.2	<i>Region Merging</i>	16
2.4.3	<i>Refining</i> (Penentuan <i>Threshold</i>)	18
2.4.4	<i>Split</i>	18
2.4.5	Algoritma <i>k-nearest neighbor</i> (<i>k-NN</i> atau <i>KNN</i>).20	
2.5	Klasifikasi Terbimbing	25
2.6	Metode Deliniasi	26
2.7	Pohon Kelapa Sawit	27
2.8	Penelitian Terdahulu.....	27
BAB III.....		29
3.1	Lokasi Penelitian	29
3.2	Data dan Peralatan.....	30
3.2.1	Data.....	30
3.2.2	Peralatan	31
3.3	Metodologi Penelitian.....	31
3.3.1	Tahapan Pelaksanaan Penelitian.....	31
3.3.2	Tahapan Pengolahan Data	35
BAB IV.....		41
4.1	Hasil	41
4.1.1	Hasil Mozaik <i>Orthophoto</i>	41
4.1.2	Pemotongan <i>Orthophoto</i>	42
4.1.3	Hasil Perhitungan Otomatis.....	42
4.1.4	Hasil Perhitungan Manual	46
4.1.5	Perbandingan Hasil.....	50
4.2	Analisa.....	50
4.2.1	Analisa Mozaik <i>Orthophoto</i>	50

4.2.2	Analisa Hasil Perhitungan Otomatis	51
4.2.3	Analisa Hasil Perhitungan Manual	52
4.2.4	Analisa Perhitungan Pohon	53
BAB V		55
5.1	Kesimpulan.....	55
5.2	Saran.....	55
DAFTAR PUSTAKA		57
LAMPIRAN		61
BIODATA PENULIS		65

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kondisi kolinear gambar	6
Gambar 2.2 Jenis foto berdasarkan pengambilannya	10
Gambar 2.3 Rektifikasi.....	11
Gambar 2.4 Hierarki proses <i>region merging</i>	18
Gambar 2.5 Proses <i>Split Region</i>	19
Gambar 2.6 Proses Algoritma <i>k-nearest neighbor</i>	22
Gambar 2.7 Delapan titik dalam satu dimensi dan estimasi densitas <i>KNN</i>	23
Gambar 2.8 Delapan titik dalam dua dimensi dan estimasi densitas <i>KNN</i>	23
Gambar 2.9 Kelapa sawit tampak dari atas dan samping	27
Gambar 3.1. Lokasi Kecamatan Kintap, Kabupaten Tanah Laut	29
Gambar 3.2. Perkebunan kelapa sawit	30
Gambar 3.3. Diagram alir pelaksanaan penelitian.....	32
Gambar 3.4 : Diagram alir pengolahan data.....	36
Gambar 4.1 Hasil <i>orthophoto</i>	41
Gambar 4.2 Mozaik <i>orthophoto</i> sebelum dan sesudah <i>cropping</i>	42
Gambar 4.3 Parameter segmentasi	44
Gambar 4.4 Hasil peta klasifikasi berbasis objek.....	45
Gambar 4.5 Hasil digitasi sawit dengan <i>editing tools point</i>	46
Gambar 4.6 Hasil digitasi dahan dengan <i>editing tools polygon</i>	47
Gambar 4.7 Hasil digitasi tanah dengan <i>editing tools polygon</i> .	47
Gambar 4.8 Hasil digitasi rumput dengan <i>editing tools polygon</i>	48
Gambar 4.9 Hasil digitasi dahan kering dengan <i>editing tools polygon</i>	48
Gambar 4.10 Peta klasifikasi deliniasi	49
Gambar 4.11 Tampilan <i>orthophoto</i> dengan <i>DEM</i>	50
Gambar 4.12 Grafik perbandingan perhitungan jumlah pohon kelapa sawit.....	53

Gambar 4.13 Grafik perbandingan perhitungan luas kelas non sawit..... 54

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Parameter Segmentasi yang digunakan.....	43
Tabel 4.2 Hasil perhitungan luas kelas non Sawit dengan metode otomatis	45
Tabel 4.3 Hasil perhitungan jumlah pohon otomatis.....	45
Tabel 4.4 Hasil perhitungan luas manual	49
Tabel 4.5 Hasil perhitungan jumlah pohon manual.....	49
Tabel 4.6 Perbandingan hasil perhitungan luas	50
Tabel 4.7 Perbandingan hasil perhitungan jumlah pohon Sawit	50

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Foto *training area*
- Lampiran 2 CD hasil penelitian
- Lampiran 3 Peta hasil penelitian

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan seiringnya peningkatan permintaan akan kebutuhan di bidang pemetaan, maka manusia terus berupaya mengembangkan teknologi dan ilmu untuk menghasilkan metode yang dapat mengatasi dan mempermudah semua permasalahan pemetaan tersebut. Salah satunya pemetaan dengan cara fotogrametri dengan menggunakan foto udara.

Perkumpulan fotogrametriawan Amerika mendefinisikan fotogrametri sebagai seni, ilmu, dan teknologi untuk memperoleh informasi terpercaya tentang objek fisik dan lingkungan melalui proses perekaman, pengukuran, dan interpretasi gambaran fotografik dan pola radiasi tenaga elektromagnetik yang terekam (Hariyanto, 2003). Dengan melakukan pengukuran fotogrametri, maka surveyor cukup menggunakan foto udara sebagai data input. Salah satu permasalahan yang dapat diselesaikan dengan pengukuran fotogrametri adalah upaya monitoring lahan perkebunan kelapa sawit dengan cara menghitung jumlah keseluruhan pohon menggunakan metode klasifikasi berbasis objek.

Klasifikasi berbasis objek (*object based classification*) merupakan alternatif ketika klasifikasi yang bertumpu pada nilai spektral semata dirasa tidak mampu mendefinisikan objek-objek spasial dan ketika klasifikasi yang melibatkan data nir-spektral dalam bentuk integrasi dengan Sistem Informasi Geografi (SIG) dirasa kurang menunjukkan tingkat otomatisasi yang tinggi (Projo, 2012).

Pada penelitian sebelumnya, Rizcanofana, 2013 melakukan penelitian dengan judul '*Metode Klasifikasi Digital untuk Citra Satelit Beresolusi Tinggi WorldView-2 pada Unit Pengembangan Kertajaya dan Dharmahusada Surabaya*'. Pada penelitian ini peneliti menggunakan data

Citra Satelit Beresolusi Tinggi WorldView-2, dengan metode klasifikasi digital yang digunakan adalah metode berbasis piksel dan metode berbasis objek. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa klasifikasi berbasis objek menghasilkan hasil klasifikasi yang lebih akurat dibanding klasifikasi berbasis piksel. Mempertimbangkan hal tersebut, maka pada penelitian kali ini dilakukan metode klasifikasi berbasis objek untuk mengetahui jumlah pohon Kelapa sawit di suatu perkebunan, dengan harapan akan memberikan hasil perhitungan seakurat mungkin.

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), pada tahun 2013, Kelapa sawit merupakan komoditi ketiga setelah Karet dan Kelapa di Provinsi Kalimantan Selatan, namun di Kabupaten Tanah Laut, Kelapa Sawit menduduki urutan kedua setelah Karet. Sampai tahun 2013 tercatat luas tanam Kelapa Sawit di Provinsi Kalimantan Selatan mencapai 353984052 m^2 , sedangkan di Kabupaten Tanah Laut, tercatat memiliki area tanam seluas $81.054.820 \text{ m}^2$ (Badan Pusat Statistik 2013).

Berdasarkan pentingnya peranan kelapa sawit yang merupakan salah satu komoditas perkebunan unggulan di Kabupaten Tanah Laut, maka eksplorasi ilmu dan teknologi, khususnya dalam bidang fotogrametri untuk kepentingan monitoring perkebunan kelapa sawit di Kecamatan Kintap, Kabupaten Tanah Laut sangatlah dibutuhkan dan menjanjikan. Oleh karena itu, diambilah judul ‘Studi Perhitungan Pohon pada Perkebunan Kelapa Sawit menggunakan Foto Udara berdasarkan Metode Klasifikasi Berbasis Objek’, dengan studi kasus perkebunan kelapa sawit yang berlokasi di Kecamatan Kintap, Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa jumlah pohon kelapa sawit dengan metode perhitungan manual dan otomatis?
2. Bagaimana proses dan perbedaan klasifikasi dengan metode perhitungan manual dan otomatis, hingga menghasilkan peta klasifikasi?
3. Bagaimana analisa hasil perhitungan jumlah pohon dengan metode perhitungan manual dan otomatis?

1.3 Batasan Masalah

1. Menggunakan foto udara perkebunan kelapa sawit di Kecamatan Kintap, Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan.
2. Menggunakan metode klasifikasi berbasis objek dan metode deliniasi berdasarkan interpretasi.
3. Hasil perhitungan otomatis harus memenuhi target prosentase $\geq 80\%$, terhadap hasil perhitungan manual.

1.4 Tujuan

1. Menghitung jumlah pohon kelapa sawit dengan metode manual dan otomatis berbasis objek.
2. Membuat peta klasifikasi dan membandingkan hasil perhitungan.
3. Menganalisa hasil perhitungan dengan menggunakan kedua metode.

1.5 Manfaat

1. Metode perhitungan jumlah pohon kelapa sawit secara otomatis dapat digunakan untuk kepentingan monitoring lahan perkebunan kelapa sawit.
2. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan untuk penelitian selanjutnya dalam upaya pengembangan metode monitoring lahan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fotogrametri

2.1.1 Pengertian Fotogrametri

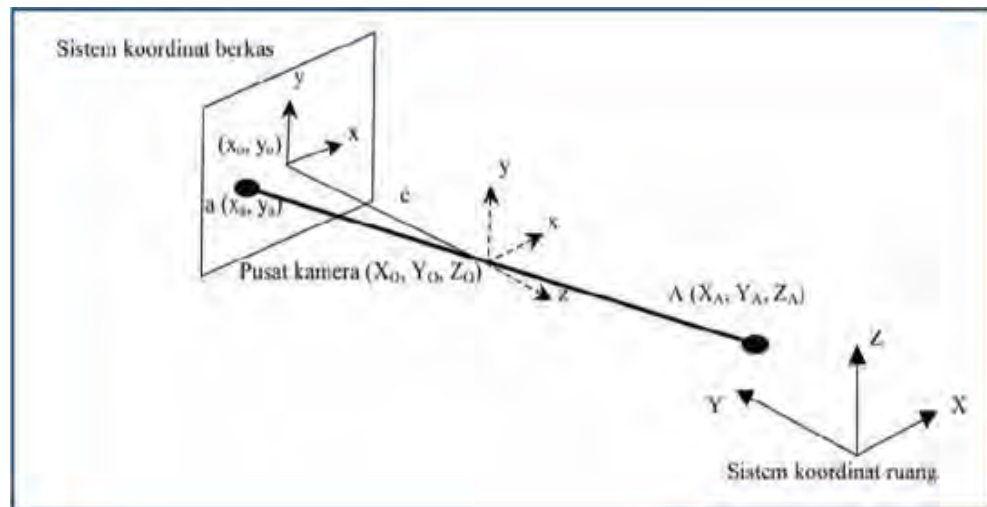
Fotogrametri dapat didefinisikan sebagai suatu seni, pengetahuan, dan teknologi untuk memperoleh data dan informasi tentang suatu objek serta keadaan di sekitarnya melalui proses pencatatan, pengukuran dan interpretasi bayangan fotografis (hasil pemotretan) (Hariyanto, 2003).

Berdasarkan definisi tersebut, maka pekerjaan fotogrametri dapat dibagi menjadi dua, yaitu:

- a. Fotogrametri Metrik; termasuk di dalamnya adalah suatu pengukuran yang sangat teliti dengan hitungan-hitungannya untuk menentukan ukuran dan bentuk suatu objek.
- b. Fotogrametri Interpretasi; termasuk di dalamnya kegiatan-kegiatan pengenalan dan identifikasi suatu objek.

2.1.2 Prinsip Fotogrametri

Pada saat sebuah foto diambil, berkas sinar dari objek akan menjalar menyerupai garis lurus menuju pusat lensa kamera hingga mencapai bidang film. Kondisi dimana titik objek pada dunia nyata, titik pusat proyeksi, dan titik obyek pada bidang foto terletak satu garis dalam ruang dinamakan kondisi kegarisan berkas sinar atau kondisi kolinearitas (*collinearity condition*). Kondisi ini merupakan syarat fundamental dalam fotogrametri seperti terlihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 1 Kondisi Kolinear

Pusat dari sistem koordinat berkas merupakan pusat dari lensa kamera, yang dikenal dengan nama pusat perspektif (*perspective center*). Titik pusat lensa kamera diketahui, sehingga berkas sinar dari objek yang melewati pusat lensa kamera akan jatuh pada sebuah titik pada bidang foto yang dapat diketahui koordinat fotonya. Perhatikan Gambar 2.1. X_0, Y_0, Z_0 merupakan titik pusat kamera, $x_a, y_a, -c$ merupakan koordinat sebuah titik A pada system koordinat berkas, dan X_A, Y_A, Z_A merupakan koordinat titik A pada sistem koordinat tanah, maka persamaan kolineraritas adalah :

$$\begin{aligned} x_a - x_0 &= -c \left(\frac{r_{11}(X_A - X_L) + r_{12}(Z_A - Z_L) + r_{13}(Y_A - Y_L)}{r_{31}(X_A - X_L) + r_{32}(Z_A - Z_L) + r_{33}(Y_A - Y_L)} \right) \\ y_a - y_0 &= -c \left(\frac{r_{21}(X_A - X_L) + r_{22}(Z_A - Z_L) + r_{23}(Y_A - Y_L)}{r_{31}(X_A - X_L) + r_{32}(Z_A - Z_L) + r_{33}(Y_A - Y_L)} \right) \end{aligned} \quad ..(2.1)$$

Dimana

x_a, y_a = Koordinat titik A di foto

x_0, y_0 = Koordinat titik utama

X_A, Y_A, Z_A = Koordinat titik A di permukaan bumi

X_L, Y_L, Z_L = Koordinat pusat pemotretan

c = Panjang fokus kamera

r_{ij} = Elemen matriks rotasi

Elemen dari matriks rotasi diberikan pada persamaan.

$$R = R_\omega R_\phi R_\kappa = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana

$$r_{11} = \cos \phi \cos \kappa$$

$$r_{12} = \sin \omega \sin \phi \cos \kappa + \cos \omega \sin \kappa$$

$$r_{13} = -\cos \omega \sin \phi \cos \kappa + \sin \omega \sin \kappa$$

$$r_{21} = -\cos \phi \sin \kappa$$

$$r_{22} = -\sin \omega \sin \phi \cos \kappa + \cos \omega \sin \kappa$$

$$r_{23} = \cos \omega \sin \phi \cos \kappa + \sin \omega \sin \kappa$$

$$r_{31} = \sin \phi$$

$$r_{32} = -\sin \omega \cos \phi$$

$$r_{33} = \cos \omega \cos \phi$$

2.1.3 Reseksi Ruang

Metode reseksi ruang dengan kesegarisan adalah metode numerik untuk menyelesaikan enam parameter orientasi luar (exterior orientation). Parameter orientasi luar terdiri dari X_0 , Y_0 , Z_0 , ω , ϕ , dan κ merupakan posisi dan orientasi kamera pada saat pemotretan. Posisi dan orientasi kamera diperlukan untuk menentukan posisi dari titik objek relatif dari sistem koordinat kamera.

Untuk menyelesaikan parameter orientasi luar dibutuhkan minimal 6 persamaan. Oleh karena itu dibutuhkan minimal 3 titik kontrol dimana setiap 1 titik kontrol mendapatkan 2 persamaan, sesuai dengan persamaan (2.1).

2.1.4 Interseksi Ruang

Interseksi ruang merupakan metode untuk menentukan koordinat medan X , Y , Z titik-titik pada daerah tampalan pasangan foto stereo dengan menggunakan persamaan (2.1). Hal ini dilakukan jika posisi kamera dan orientasinya telah diketahui.

Untuk menentukan koordinat titik A dari dua foto stereo harus diketahui parameter orientasi luar foto 1 (X_{01} , Y_{01} , Z_{01} , ω_1 , ϕ_1 , dan κ_1) dan foto 2 (X_{02} , Y_{02} , Z_{02} , ω_2 , ϕ_2 , dan κ_2) serta titik pengamatan dalam sistem koordinat foto 1 (x_{a1} , y_{a1}). dan foto 2 (x_{a2} , y_{a2}).

2.1.5 Foto Udara

Adalah suatu rekaman detail permukaan bumi yang dipengaruhi oleh panjang fokus lensa kamera, ketinggian terbang pesawat, waktu pemotretan, jenis film dan filter yang dipakai saat pemotretan. Foto udara dapat juga didefinisikan sebagai gabungan dari gambar / citra foto yang dibuat untuk mengenal unsur-unsur dalam penafsiran / interpretasi. Foto udara pada dasarnya merupakan foto perspektif yang secara geometri berhubungan dengan jenis kamera yang dipakai dalam pemotretan (Noor, 2012).

Foto udara dapat diklasifikasikan berdasarkan pada saat pengambilan fotonya, menjadi:

- a. Foto udara tegak.
- b. Foto udara miring.

Foto udara tegak adalah foto udara dengan sumbu kameranya searah dengan arah gaya berat atau sumbu optis lensa kameranya mempunyai kemiringan $< 3^\circ$. Jika sumbu

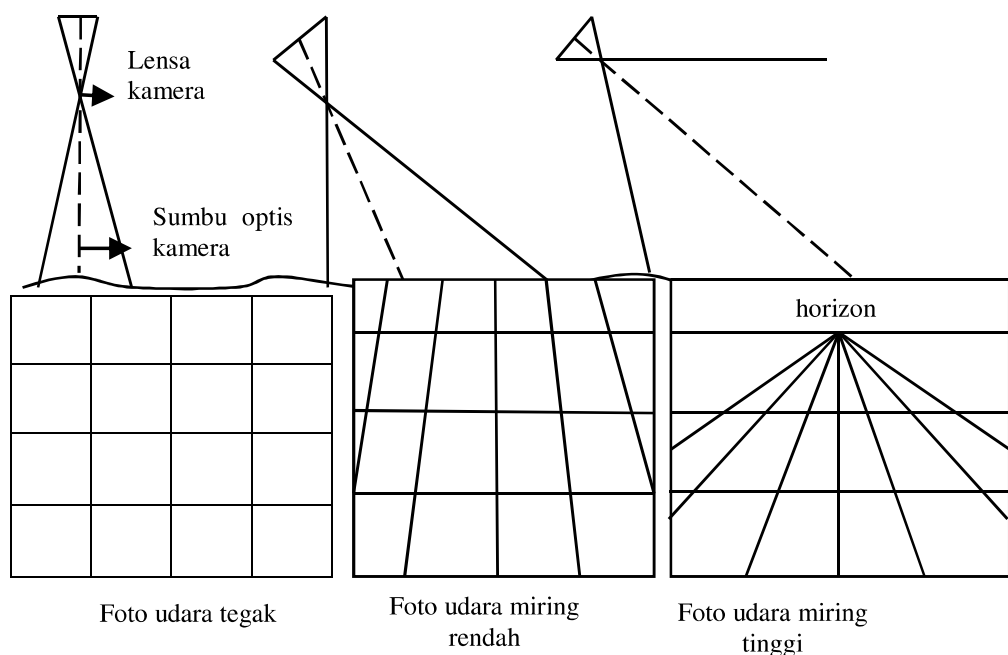
kamera pada saat pemotretan dilakukan keadaanya tegak, maka bidang foto akan sejajar dengan bidang datum (Hariyanto, 2003). Selain itu anggapan lain mengenai pengertian foto udara tegak yaitu berupa:

- Sistem koordinat fotonya dianggap mempunyai titik pusat berimpit dengan titik utama.
- Semua koordinat foto dianggap bebas dari pengaruh-pengaruh penyusutan / pengembangan bahan film, distorsi lensa, distorsi akibat refraksi atmosfer, distorsi karena melengkungnya permukaan Bumi.

Foto udara miring adalah foto udara dengan sumbu kameranya membentuk sudut terhadap arah gaya berat Bumi pada saat pemotretan dilakukan. Foto udara dapat dikatakan miring jika kemiringannya melebihi 3° , ini didasarkan pada kemampuan dari alat pemrosesan foto udara (*analog plotter*). Foto udara miring dibagi lagi penggolongannya dalam:

- Miring tinggi (*high oblique*).
- Miring rendah (*low oblique*).

Foto udara miring tinggi adalah bila pada fotonya cakrawala nampak tergambar. Foto udara miring rendah ialah bila pada fotonya tidak nampak cakrawala .



Gambar 2.2: Jenis foto berdasarkan pengambilannya
(Hariyanto, 2003).

2.1.6 Kegunaan Fotogrametri

Fotogrametri selain digunakan untuk pemetaan dapat juga digunakan untuk beberapa hal (Hariyanto, 2003), antara lain:

- a. Perencanaan jalan raya
 - b. Perencanaan jalan kereta api
 - c. Perencanaan jembatan
 - d. Perencanaan jalur pipa
 - e. Perencanaan saluran-saluran irigasi
 - f. Perencanaan jalur-jalur transmisi
 - g. Perencanaan dam / bendungan
 - h. Perencanaan penaggulangan masalah banjir
 - i. Perencanaan pelabuhan
 - j. Keperluan pertanian
 - k. Keperluan kehutanan
 - l. Keperluan penyelidikan sumber daya alam.
- Serta untuk keperluan lainnya.

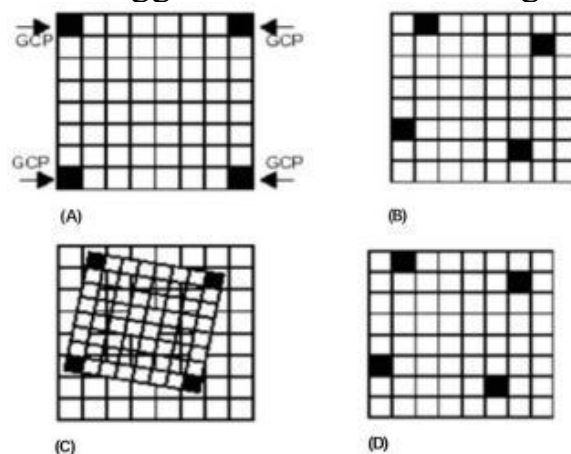
2.2 Koreksi Geometrik

Geometrik merupakan posisi geografis yang berhubungan dengan distribusi keruangan (*spatial distribution*). Geometrik memuat informasi data yang mengacu bumi (*geo-referenced data*), baik posisi (sistem koordinat lintang dan bujur) maupun informasi yang terkandung di dalamnya. Menurut Mather (1987), koreksi geometrik adalah transformasi citra sehingga citra tersebut mempunyai sifat-sifat peta dalam bentuk, skala dan proyeksi. Transformasi geometrik yang paling mendasar adalah penempatan kembali posisi pixel sedemikian rupa, sehingga pada citra digital yang tertransformasi dapat dilihat gambaran objek dipermukaan bumi yang difoto. Pengubahan bentuk kerangka liputan dari bujur sangkar menjadi jajaran genjang merupakan hasil transformasi ini.

Tahap ini diterapkan pada citra digital mentah (langsung hasil pemotretan), dan merupakan koreksi kesalahan geometrik sistematis (Mather, 1987).

Distorsi geometric terjadi karena berbagai factor, antara lain distorsi terjadi karena perubahan posisi *Platform* (*roll*, *pitch* dan *yaw*), ketinggian, rotasi bumi, kelengkungan bumi, distorsi panorama dan *detector delay*. Sebagian besar distorsi ini dapat dimodelkan secara matematis (Mather, 1987)

Perbaikan foto / *rectification* adalah proses geometris mengoreksi foto udara sehingga dapat direpresentasikan pada permukaan planar, sesuai / *conform* dengan gambar lain atau sesuai dengan peta (Gambar 2.3). Artinya, itu adalah proses dimana geometri dari suatu gambar dibuat rencana metrik. Hal ini diperlukan ketika daerah, jarak dan arah pengukuran yang akurat diperlukan pada citra. Ini dicapai dengan mengubah data dari satu sistem grid ke sistem grid lain menggunakan transformasi geometris.



Gambar 2.3 : rektifikasi (a&b) *input* dan referensi foto dengan lokasi GCP, (c) menggunakan persamaan polynomial grid yang telah dicocokkan bersama, (d) menggunakan metode *resampling* nilai pixel grid *output* ditandai (Mather 1987).

Ground Control Point (GCP) adalah piksel tertentu pada foto *input* yang mana *output* koordinat peta telah diketahui. Dengan menggunakan poin lebih dari yang

diperlukan untuk memecahkan transformasi persamaan kuadrat terkecil dapat ditemukan yang dapat meminimalkan jumlah kesalahan. *Ground control point (GCP)* juga dapat diartikan sebagai sebuah titik di permukaan Bumi dimana antara koordinat citra (diukur dalam baris dan kolom) dan proyeksi peta (diukur dalam derajat latitude longitude, meter atau *feet*) dapat diidentifikasi. Pada koreksi geometrik, GCP digunakan untuk transformasi geometri citra sehingga masing-masing pixel terkait dengan sebuah posisi di sistem koordinat bumi sebenarnya (seperti *latitude/longitude* atau *easting/northing*).

Koreksi geometrik yang biasa dilakukan adalah koreksi geometrik sistematis dan koreksi geometrik presisi. Masing-masing sebagai berikut:

- Koreksi geometrik sistematis melakukan koreksi geometri dengan menggunakan informasi karakteristik sensor yaitu orientasi internal (*internal orientation*) berisi informasi panjang focus system optiknya dan koordinat titik utama (*primary point*) dalam bidang foto (*image space*) sedangkan distorsi lensa dan difraksi atmosfer dianggap kecil, serta orientasi eksternal (*external orientation*) berisi koordinat titik utama pada bidang bumi (*ground space*) serta tiga sudut relatif antara bidang foto dan bidang Bumi.
- Koreksi geometrik presisi pada dasarnya adalah meningkatkan ketelitian *geometric* dengan menggunakan titik kendali / kontrol tanah (*Ground Control Point* biasa disingkat *GCP*). *GCP* dimaksud adalah titik yang diketahui koordinatnya secara tepat dan dapat terlihat pada foto udara seperti perempatan jalan dan lain-lain.

2.3 Peta Foto dan Mosaik

Secara sederhana maka peta foto (*photomap*) dapat diartikan sebagai foto udara yang digunakan secara langsung sebagai substitusi peta planimetrik. Pada umumnya dilakukan perubahan skala foto ke skala yang dikehendaki dengan jalan pembesaran atau pengecilan skala. Informasi tentang judul, nama tempat, dan data lain dapat ditumpangkan pada foto dengan cara serupa seperti yang dilakukan pada peta. Peta foto dapat dibuat dari satu foto udara, atau dari bagian-bagian dua foto atau lebih untuk membentuk paduan gambaran yang bersambung. Paduan ini biasanya disebut Mosaik (Wolf, 1993).

Satu foto dapat digunakan untuk membuat peta foto bila foto itu meliputi seluruh daerah yang harus digambarkan. Pada tahun-tahun lampau, karena keterbatasan tinggi terbang (sehingga membatasi liputan foto) yang dapat dilakukan oleh pesawat terbang dahulu, pada umumnya perlu dibuat mosaik. Pada akhir-akhir ini, pesawat terbang baru seperti *Lear Jet* mampu mencapai tinggi terbang sekitar 50.000 kaki atau lebih, sehingga satu lembar foto dapat meliputi daerah luas. Hal ini agak mengurangi keperluan pembuatan mosaik. Akan tetapi, bagi foto skala besar untuk daerah luas, atau bila ukuran peta foto yang diinginkan melebihi kemampuan alat pembesar (*enlarger*) yang tersedia, masih diperlukan penyusunan mosaik untuk mengatasi masalah ini (Wolf, 1993).

2.4 Klasifikasi Berbasis Objek

Klasifikasi adalah kegiatan pengelompokan gejala kedalam kategori-kategori, dimana setiap kategori dapat dipandang homogen atas dasar kriteria tertentu (Projo, 2002).

Klasifikasi citra penginderaan jauh bertujuan untuk menghasilkan peta tematik, dimana tiap warna mewakili sebuah objek, misalkan hutan laut, sungai, sawah dan lain-

lain (Arifin dan Murni, 2007). Klasifikasi *multispectral* merupakan suatu algoritma yang dirancang untuk menurunkan informasi tematik dengan cara mengelompokkan fenomena berdasarkan kriteria tertentu. Pada klasifikasi multispektral hanya ada satu kriteria yang digunakan yaitu nilai *spectral* atau nilai kecerahan pada beberapa saluran sekaligus (Projo, 1996).

Klasifikasi berbasis objek (*Object based classification*) merupakan alternatif ketika klasifikasi yang bertumpu pada nilai spektral semata dirasa tidak mampu mendefinisikan objek-objek spasial dan ketika klasifikasi yang melibatkan data nir-spektral dalam bentuk integrasi dengan Sistem Informasi Geografi (SIG) dirasa kurang menunjukkan tingkat otomatisasi yang tinggi (Projo, 2012).

Klasifikasi pohon kelapa sawit dengan metode berbasis objek kali ini prosesnya melalui empat tahapan utama yaitu *segmentation* (segmentasi), *region merging*, *refining* (penentuan *threshold*) dan *example-based classification*. Pada proses klasifikasi berbasis objek digunakan algoritma *k-nearest neighbor* (k-nn atau KNN).

2.4.1 Segmentation (Segmentasi)

Terdapat dua pendekatan utama dalam citra yaitu didasarkan pada tepi dan wilayah (*edge and region-based*). Segmentasi didasarkan pada tepi membagi suatu citra didasarkan pada diskontinuitas di antara sub-sub wilayah, sedangkan segmentasi berdasarkan wilayah berdasarkan kesamaan property tertentu di dalam sub wilayah tersebut (Snyder, 2005).

a. Segmentasi Edge-Based

Suatu *edge* dapat didefinisikan sebagai batas (*boundary*) di antara dua wilayah dengan *relativity distinct properties*. Segmentasi yang didasarkan pada *edge* didasarkan pada setiap *sub-region* dalam suatu citra cukup seragam sehingga perbedaan di antara dua *sub-*

region dapat ditentukan pada dasar diskontinuitas itu sendiri. Pada saat asumsi ini tidak valid, *region-based segmentation*, seringkali lebih masuk akal untuk hasil segmentasinya. Dasar dari teknik *edge-detection* seringkali pada perhitungan suatu operator *derivative* lokalnya. Gradient vector suatu citra $I(x,y)$, diberikan melalui persamaan :

$$\nabla I = \begin{bmatrix} \partial I / \partial x \\ \partial I / \partial y \end{bmatrix} : \Omega \rightarrow \mathbb{R}^2$$

Diperoleh melalui derivative parsial $\partial I / \partial x$ dan $\partial I / \partial y$ pada setiap lokasi pixel. Fungsi Laplacian dari fungsi citra $I(x,y)$ merupakan jumlah dari turunan ke dua, yang didefinisikan sebagai :

$$\nabla^2 I = \frac{\partial^2 I}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 I}{\partial y^2} : \Omega \rightarrow \mathbb{R}$$

Secara umum *Laplacian* digunakan untuk menemukan lokasi *edge* dengan menggunakan *zero-crossingnya*. Sebagai *derivative* kedua, seringkali *Laplacian* lebih *sensitive* terhadap *noise*. Alternatifnya menggunakan konvolusi suatu citra dengan fungsi *Laplacian of Gaussian (LoG)*, di mana fungsi adalah sebagai berikut:

$$\text{LoG}(x,y) = -\frac{1}{\pi\sigma^4} \exp\left(-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right) : \Omega \rightarrow \mathbb{R}$$

Di mana fungsi Gaussian berdimensi dua dengan standar deviasinya yang didefinisikan sebagai:

$$G(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right) : \Omega \rightarrow \mathbb{R}$$

Fungsi *LoG* menghasilkan *edge* yang lebih halus sebagai *Gaussian filtering* yang akan menghasilkan efek penghalusan. Operator lain yang biasanya digunakan adalah Operator Sobel ditampilkan melalui konvolusi suatu citra dengan kernel. Efek penghalusan lebih baik hasil fiturnya yang didapatkan jika dibandingkan dengan kernel dalam gambar sebelumnya karena derivative memperbaiki *noise*. *Canny edge detector* didasarkan pada nilai *ekstrem derivative* pertama operator Gaussian pada suatu citra. Operator memperhalus citra untuk mengurangi *noise*, dan menemukan *gradient* yang tinggi suatu wilayah.

b. Segmentasi Region-Based

Segmentasi *region-based* ,mencari keseragaman di dalam *sub-region*, yang didasarkan pada *property* antara lain : *intensity*, *color*, dan *texture*. *Region growing* merupakan suatu teknik yang menggabungkan pixel-pixel atau *sub-region* kecil ke dalam *sub-region* yang besar. Implementasi yang paling sederhana dari pendekatan ini adalah pixel aggregation, yang mana dimulai dari suatu kumpulan *seed point* dan *region grow* dari *seed* tersebut melalui agregasi pixel-pixel tetangga jika memenuhi *criteria* yang ditentukan. Pendekatan *region-based* secara umum kurang *sensitive* terhadap *noise*, dan seringkali menghasilkan segmentasi yang lebih baik, tetapi implementasinya lebih kompleks dan membutuhkan perhitungan yang lebih rumit.

c. Ambang Batas (*Thresholding*)

Metode ambang batas dapat dilakukan dengan beberapa pendekatan seperti *histogram shape-based*, *entropy-based*, *object attribute-based*, dan *spatial –based*, tetapi tidak dapat digunakan untuk mensegmentasi citra objek geografis dikarenakan metode ambang batas diukur berdasarkan tingkat intensitas derajat keabuannya,

sedangkan dalam citra objek geografis, ada banyak sekali warna (Flanders, 2003).

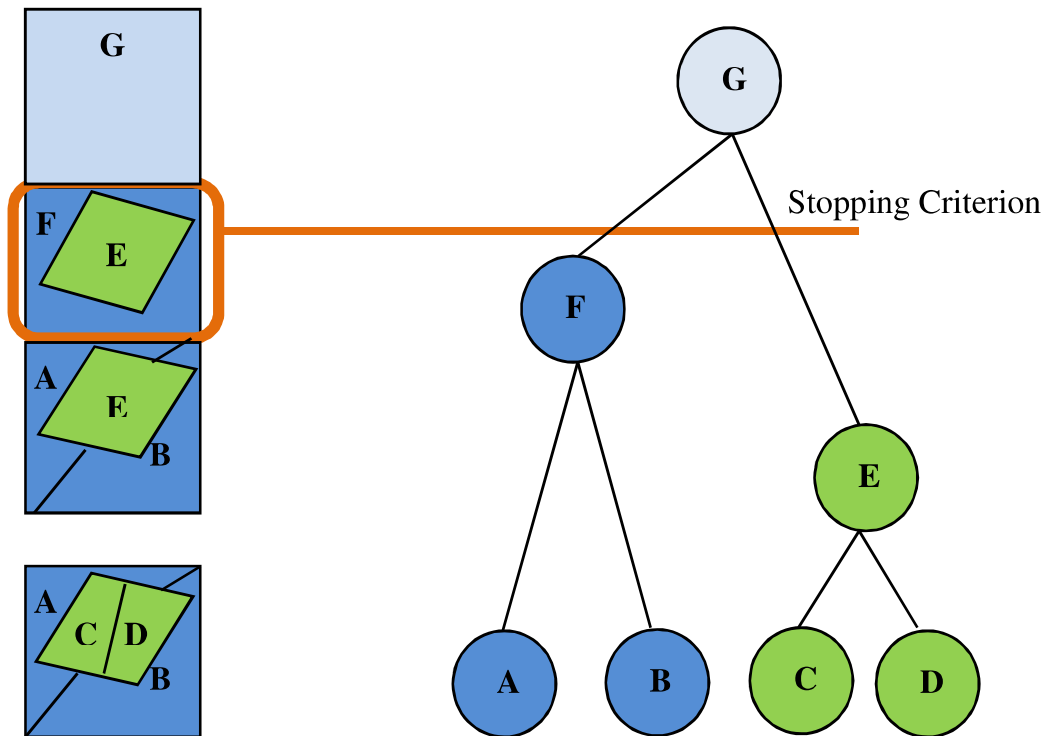
2.4.2 Region Merging

Region merging merupakan tahapan opsional untuk melakukan agregat pada hasil *segment* yang terlalu kecil menuju ukuran segmen terdekat yang lebih besar. Untuk melakukan *Region Merging*, diperlukan sebuah parameter yang disebut *merge level* yang nilainya antara 0-100. Algoritma yang dipakai untuk melakukan *merging* adalah algoritma *Full-Lambda Schedule* yang menghubungkan *segment* berdasarkan pada *spectral* dan spasial. Penggabungan terjadi ketika algoritma menemukan sepasang daerah yang berdekatan i dan j , maka akan dihasilkan *Lambda* (t_{ij}) yang juga merupakan *merge level*. Rumusnya adalah sebagai berikut (Robinson dkk 2002):

$$t_{ij} = \frac{\frac{|O_i \times O_j|}{|O_i + O_j|}}{\text{length}(\partial(O_i, O_j))} \times \frac{\|u_i - u_j\|^2}{\text{length}(\partial(O_i, O_j))}$$

Keterangan :

- O_i adalah segmen i pada citra
- $|O_i|$ adalah luas pada segmen i
- u_i adalah nilai rata-rata pada segmen i
- u_j adalah nilai rata-rata pada segmen j
- $\|u_i - u_j\|$ adalah jarak *Euclidean* antara nilai *spectral* dari segmen i dan segmen j
- $\text{length}(\partial(O_i, O_j))$ adalah jarak dari *boundary* yang terbentuk antara O_i dan O_j



Gambar 2.4 Hierarki Proses Region *Merging*
(Calderero dan Marquest 2013)

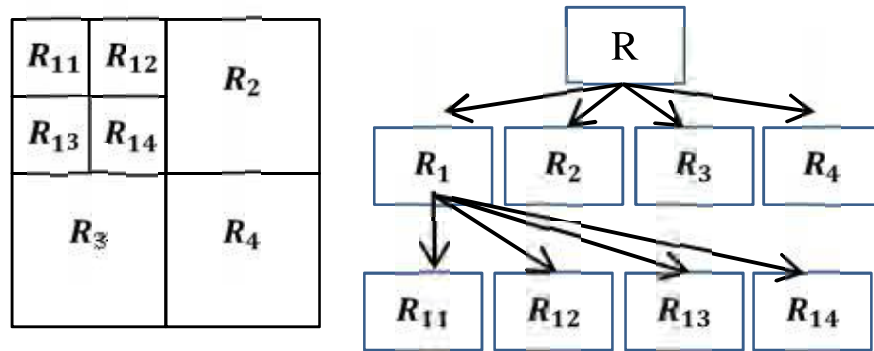
2.4.3 Refining (Penentuan Threshold)

Refining adalah tahap untuk menentukan *Threshold* (bila perlu). Metode *Thresholding* sangat membantu saat kita melakukan ekstraksi *point feature* (seperti bandara atau bangunan) yang akan sulit jika terjadi *over segmentation* yang disebabkan karena *Scale level* terlalu besar (Exelis Visual Information Solutions, 2012).

2.4.4 Split

Teknik ini mempunyai representasi tepat yang disebut *quadtree* (Flanders, 2003). Metode ini dimulai dengan mengasumsikan bahwa keseluruhan citra (region R) adalah homogen. Jika asumsi ini tidak terpenuhi, maka citra dibagi (*split*) menjadi empat subregion (R_1 , R_2 , R_3 , R_4) yang luasnya sama (Gambar 2.5). Prosedur ini dilaksanakan secara rekursif terhadap *subregion-subregion* yang

dihasilkan sampai didapatkan *subregion-subregion* yang homogen. *Subregion-subregion* yang bertetangga akan digabung (*merge*) jika memenuhi kriteria tertentu (Pitas, 1993).



Gambar 2.5 Proses *Split Region*

Pada metode ini, yang berbeda adalah cara memotong suatu region. Region R dipotong menjadi dua subregion (R_1 , dan R_2) yang luasnya sama dengan meminimumkan total kuadrat kesalahan nilai tengah (*total mean-squared error*):

$$E(R) = \sum_{i=1}^2 \sum_{(x,y) \in R_i} (r(x,y) - \mu(R_i))^2$$

$$R_1 \neq \emptyset, \cup_{1 \leq i \leq 2} R_i = R, R_i \cap_{i \neq j} R_j = \emptyset$$

$r(x,y)$ adalah intensitas citra di titik (x,y) , $\mu(R_i)$ adalah rata-rata intensitas subregion R_i

Ada banyak cara pemotongan yang mungkin dari R yang harus dites. Pada penelitian ini dilakukan pemotongan R menjadi R_1 , dan R_2 dengan potongan horisontal, 45° , vertikal, dan 135° . Dengan kata lain pemotongan dioptimumkan (diminimumkan kesalahannya) untuk semua potongan yang terbatas $45j^\circ$, dengan $j=0,1,2,3$ yang dikenal sebagai *four-way cuts* (Wu, 1993).

Dari cara pemotongan di atas dihasilkan algoritma yang disebut algoritma *Recursive Optimal Four Way Split (ROFS)*:

```

procedure ROFS (R)
begin
  if E (R) < ε then return (R)
  else begin
    partition R into  $R_1$ 
    and  $R_2$  by minimizing
    
$$\sum_{1 \leq i \leq 2} \sum_{(x,y) \in R_i} [r(x,y) - \mu(R_i)]^2$$

    over all possible
    45j-degre cuts,
    j=0, 1, 2, 3, ...
    ROFS ( $R_1$ ); ROFS ( $R_2$ );
  end
end
end

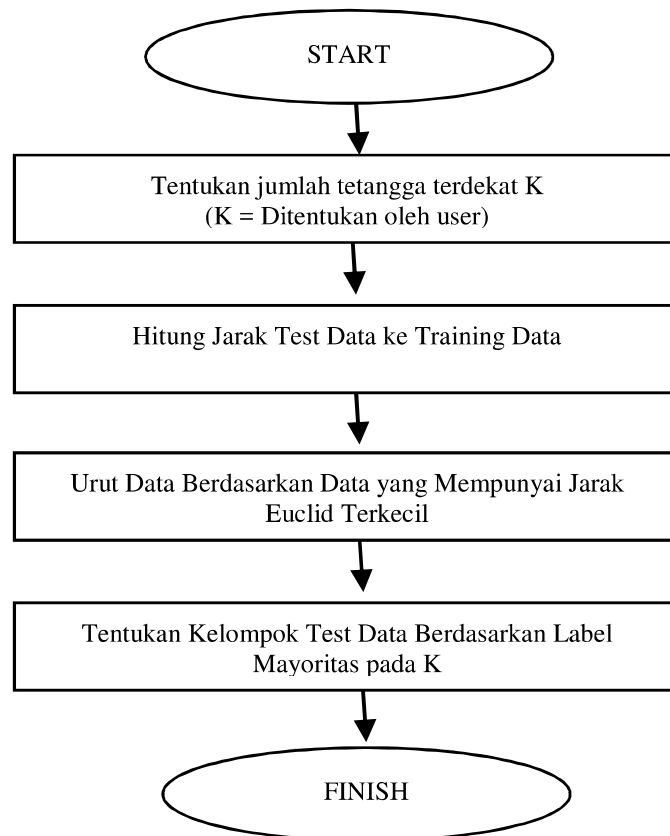
```

2.4.5 Algoritma *k-nearest neighbor* (*k-NN* atau *KNN*)

Algoritma k-nearest neighbor adalah sebuah metode untuk melakukan klasifikasi terhadap objek berdasarkan data pembelajaran yang jaraknya paling dekat dengan objek tersebut. *K-Nearest Neighbor* berdasarkan konsep ‘*learning by analogy*’. Data *learning* dideskripsikan dengan atribut numerik *n*-dimensi. Tiap data *learning* merepresentasikan sebuah titik, yang ditandai dengan *c*, dalam ruang *n*-dimensi. Jika sebuah data *query* yang labelnya tidak diketahui diinputkan, maka *KNearest Neighbor* akan mencari *k* buah data *learning* yang jaraknya paling dekat dengan data *query* dalam ruang *n*-dimensi. Jarak antara data *query* dengan data *learning* dihitung dengan cara mengukur jarak antara titik yang merepresentasikan data *query* dengan semua titik yang merepresentasikan data *learning* dengan rumus *Euclidean Distance*. Pada fase *training*, algoritma ini hanya

melakukan penyimpanan vektor-vektor fitur dan klasifikasi data *training sample*. Pada fase klasifikasi, fitur – fitur yang sama dihitung untuk *testing data* (klasifikasinya belum diketahui). Jarak dari vektor yang baru ini terhadap seluruh vektor *training sample* dihitung, dan sejumlah k buah yang paling dekat diambil. Titik yang baru klasifikasinya diprediksikan termasuk pada klasifikasi terbanyak dari titik – titik tersebut. Nilai k yang terbaik untuk algoritma ini tergantung pada data; secara umumnya, nilai k yang tinggi akan mengurangi efek *noise* pada klasifikasi, tetapi membuat batasan antara setiap klasifikasi menjadi lebih kabur. Nilai k yang bagus dapat dipilih dengan optimasi parameter, misalnya dengan menggunakan cross-validation. Kasus khusus di mana klasifikasi diprediksikan berdasarkan data pembelajaran yang paling dekat (dengan kata lain, $k = 1$) disebut algoritma *nearest neighbor* (Yofianto 2010).

Ketepatan algoritma *KNN* ini sangat dipengaruhi oleh ada atau tidaknya fitur-fitur yang tidak relevan, atau jika bobot fitur tersebut tidak setara dengan relevansinya terhadap klasifikasi. Riset terhadap algoritma ini sebagian besar membahas bagaimana memilih dan memberi bobot terhadap fitur, agar performa klasifikasi menjadi lebih baik. K buah data *learning* terdekat akan melakukan *voting* untuk menentukan label mayoritas. Label data *query* akan ditentukan berdasarkan label mayoritas dan jika ada lebih dari satu label mayoritas maka label data *query* dapat dipilih secara acak di antara label-label mayoritas yang ada. Adapun algoritma dari *KNN* ditunjukkan pada flowchart berikut (Yofianto, 2010):



Gambar 2.6 : Proses Algoritma *k*-nearest neighbor(Yofianto 2010)

Penjelasan proses :

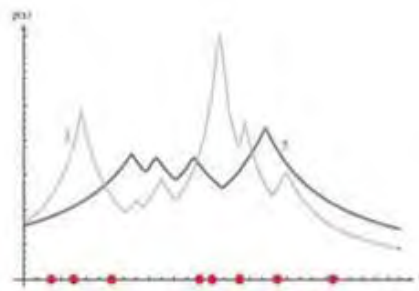
- Diberikan 2 buah titik P dan Q dalam sebuah ruang vektor n -dimensi dengan $P(p_1, p_2, \dots, p_n)$ dan $Q(q_1, q_2, \dots, q_n)$, maka jarak antara P dan Q dapat diukur dengan menggunakan persamaan *Euclidean Distance* sebagai berikut:

$$D(a,b) = (P_2Q) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (p_i - q_i)^2}$$

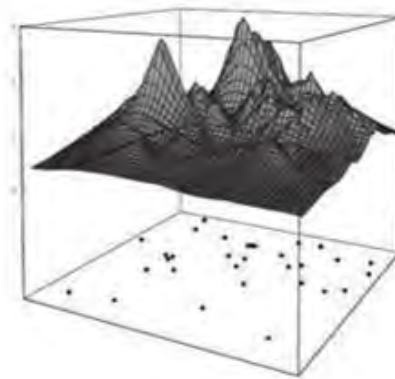
dimana P dan Q adalah titik pada ruang vektor n dimensi sedangkan p_i dan q_i adalah besaran skalar untuk dimensi ke i dalam ruang vektor n dimensi.

- Sebagai contoh, untuk mengestimasi $p(x)$ dari n training sample dapat memusatkan pada sebuah sel disekitar x dan membiarkannya tumbuh hingga meliputi k samples.

Samples tersebut adalah *KNN* dari x . Jika densitasnya tinggi di dekat x , maka sel akan berukuran relatif kecil yang berarti memiliki resolusi yang baik. Jika densitas rendah, sel akan tumbuh lebih besar, tetapi akan berhenti setelah memasuki wilayah yang memiliki densitas tinggi. Pada Gambar 2.7 dan Gambar 2.8 ditampilkan estimasi densitas satu dimensi dan dua dimensi dengan *KNN*.



Gambar 2.7 : Delapan titik dalam satu dimensi dan estimasi densitas *KNN* dengan $k = 3$ dan $k = 5$ (Yofianto 2010)



Gambar 2.8 : Delapan titik dalam dua dimensi dan estimasi densitas *KNN* dengan $k = 3$ dan $k = 5$ (Yofianto 2010)

Nilai k yang terbaik untuk algoritma ini tergantung pada data. Secara umum, nilai k yang tinggi akan mengurangi efek *noise* pada klasifikasi, tetapi membuat batasan antara setiap klasifikasi menjadi semakin kabur. Nilai k yang bagus dapat dipilih dengan optimasi parameter, misalnya

dengan menggunakan *crossvalidation*. Kasus khusus dimana klasifikasi diprediksikan berdasarkan *training data* yang paling dekat (dengan kata lain, $k = 1$) disebut algoritma *nearest neighbor*. Ketepatan algoritma *KNN* sangat dipengaruhi oleh ada atau tidaknya fitur-fitur yang tidak relevan atau jika bobot fitur tersebut tidak setara dengan relevansinya terhadap klasifikasi. Riset terhadap algoritma ini sebagian besar membahas bagaimana memilih dan memberi bobot terhadap fitur agar performa klasifikasi menjadi lebih baik. *KNN* memiliki beberapa kelebihan yaitu ketangguhan terhadap *training data* yang memiliki banyak *noise* dan efektif apabila *training data*-nya besar. Sedangkan, kelemahan *KNN* adalah *KNN* perlu menentukan nilai dari parameter k (jumlah dari tetangga terdekat), *training* berdasarkan jarak tidak jelas mengenai jenis jarak apa yang harus digunakan dan atribut mana yang harus digunakan untuk mendapatkan hasil terbaik, dan biaya komputasi cukup tinggi karena diperlukan perhitungan jarak dari tiap *query instance* pada keseluruhan *training sample*. Terdapat beberapa jenis algoritma pencarian tetangga terdekat, diantaranya:

- *Linear scan*
- Pohon kd
- Pohon Balltree
- Pohon metrik
- Locally-sensitive hashing (LSH)

Algoritma *KNN* ini memiliki konsistensi yang kuat. Ketika jumlah data mendekati tak hingga, algoritma ini menjamin *error rate* yang tidak lebih dari dua kali *Bayes error rate* (*error rate* minimum untuk distribusi data tertentu).

Algoritma ini memiliki kelebihan dan kekurangan

- Kelebihan
 - a) *KNN* memiliki beberapa kelebihan yaitu bahwa dia tangguh terhadap.

- b) training data yang *noisy* dan efektif apabila data latih nya besar.
- Kelemahan
 - a) *KNN* perlu menentukan nilai dari parameter *K* (jumlah dari tetangga terdekat).
 - b) Pembelajaran berdasarkan jarak tidak jelas mengenai jenis jarak apa yang harus digunakan dan atribut mana yang harus digunakan untuk mendapatkan hasil yang terbaik.
 - c) Biaya komputasi cukup tinggi karena diperlukan perhitungan jarak dari tiap sample uji pada keseluruhan sample latih.

2.5 Klasifikasi Terbimbing

Klasifikasi terbimbing atau *supervised classification* dilakukan untuk memperbaiki proses klasifikasi tak terbimbing yang sudah dilakukan sebelumnya. Klasifikasi terbimbing membutuhkan suatu luasan areal yang merupakan perwakilan kelas-kelas yang ditentukan. Secara umum, penggambaran areal tersebut dikenal dengan training area. Umumnya penentuan training area dilakukan berdasarkan hasil pengamatan lapangan atau berdasarkan penyesuaian dengan peta rupa bumi. Training area yang telah didapatkan tersebut kemudian bisa dijadikan sebagai masukan dalam proses klasifikasi untuk keseluruhan citra . Salah satu algoritma yang sering digunakan dalam klasifikasi terbimbing adalah *Maximum Likelihood Algorithm*. Dalam algorithm ini, diasumsikan bahwa obyek yang homogen atau sama akan selalu menampilkan histogram nilai kecerahan yang terdistribusi normal. Pada citra yang dihasilkan, masing-masing Universitas Sumatera Utara kelas penutupan akan menghasilkan penampakan yang khas dan berbeda dari penampakan kelas lainnya (Lillesand dan Kiefer, 1986).

2.6 Metode Deliniasi

Deliniasi terkait dengan penentuan koordinat titik-titik batas yang didasarkan pada titik-titik awal dan garis-garis dasar untuk penarikan batas wilayah laut daerah. Hasil dari deliniasi dapat berupa daftar koordinat titik-titik batas atau hasil penggambaran dalam bentuk peta batas wilayah yang disajikan dengan skala yang memadai (Bagus, 2009).

Pada metode ini dilakukan dengan interpretasi visual dari citra secara langsung. Interpretasi visual berarti pengamat/ penilai menentukan objek tersebut dengan melihat langsung tanpa bantuan computer/ software sehingga di sini hasilnya bersifat subjektif dan sangat bergantung kepada kepakaran pengamat/ penilai. Dalam prosesnya, interpretasi didasarkan atas tujuh kunci interpretasi yaitu bentuk, pola, warna/corak, posisi, ukuran, struktur, dan tekstur (Sukojo, 2012).

a. Bentuk (*Form*)

Yang dimaksud bentuk di sini lebih bersifat bentuk geometri, seperti lingkaran, segi empat, segi tiga, dan sebagainya.

b. Pola (*Pattern*)

Yang dimaksud pola di sini lebih bersifat gabungan dari beberapa bentuk dari objek tersebut, seperti jala (*net*), radial, diametral, dan sebagainya.

c. Warna/ corak (*Color/ tone*)

Yang dimaksud warna/ corak di sini lebih bersifat warna alami seperti merah, hijau, biru, kuning, dan sebagainya, sedangkan corak dinyatakan dengan derajat keabuan (*grey scale*) seperti 0% (putih), 100% (hitam), dan sebagainya.

d. Posisi (*Site*)

Yang dimaksud posisi di sini lebih bersifat letak *relative* di permukaan Bumi seperti di daerah pegunungan, dekat pantai, di tengah kota, dan sebagainya.

e. Ukuran (*Size*)

Yang dimaksud ukuran di sini lebih bersifat dimensi objek tersebut dinyatakan secara kualitatif seperti besar, kecil, sedang, atau dinyatakan secara kuantitatif dengan *numeric* (1, 2, 3, 4,...) dan satuan (meter, kilometer, derajat).

f. Struktur (*Structure*)

Yang dimaksud struktur di sini lebih bersifat bentuk dan rangkaianannya seperti teratur dan tidak teratur.

g. Tekstur (*Texture*)

Yang dimaksud tekstur di sini lebih bersifat ikatan antar elemen pembentuk obyek seperti halus, kasar, dan sebagainya.

2.7 Pohon Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis*) adalah tumbuhan industri penting penghasil minyak masak, minyak industri, maupun bahan bakar (biodiesel). Perkebunannya menghasilkan keuntungan besar sehingga banyak hutan dan perkebunan lama dikonversi menjadi perkebunan kelapa sawit. Indonesia adalah penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia. Di Indonesia penyebarannya di daerah Aceh, pantai timur Sumatra, Jawa, Kalimantan, dan Sulawesi.



Gambar 2.9 Kelapa sawit tampak dari atas dan samping

2.8 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu terkait klasifikasi berbasis objek menggunakan data foto udara adalah sebagai berikut:

- Rizcanofana, 2013 pada penelitiannya menggunakan data Citra Satelit Beresolusi Tinggi WorldView-2,

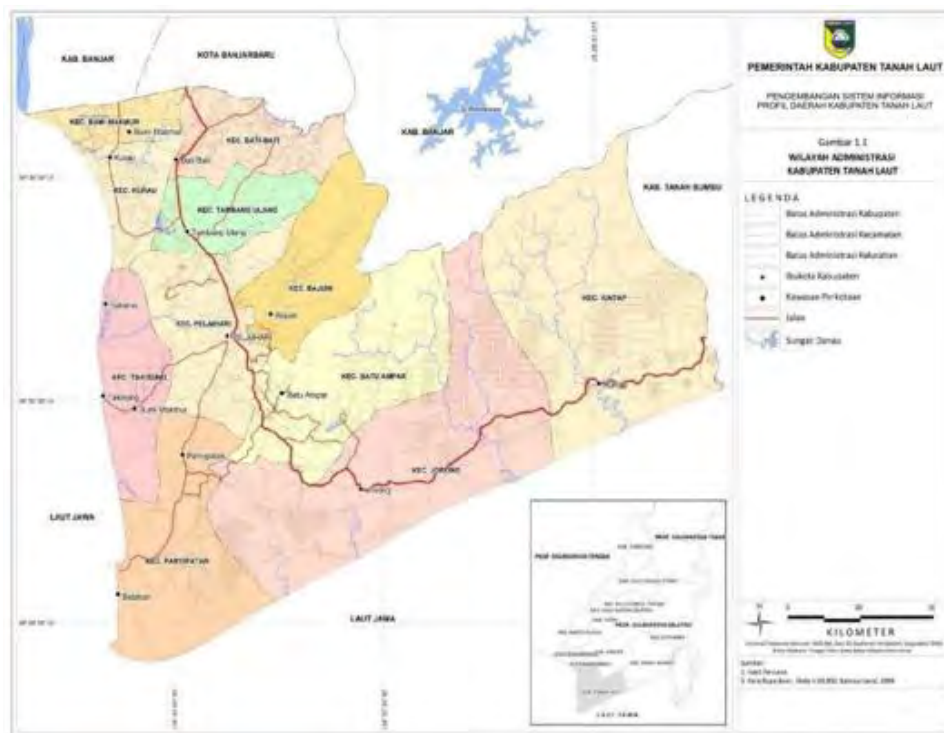
dengan metode klasifikasi digital yang digunakan adalah metode berbasis piksel dan metode berbasis objek. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa klasifikasi berbasis objek menghasilkan hasil klasifikasi yang lebih akurat dibanding klasifikasi berbasis piksel.

- Suharjo, 2013 melakukan penelitian dengan tahap pengolahan citra menggunakan metode berorientasi objek dimana dilakukan proses segmentasi dan *merging* agar piksel-piksel pada citra menjadi homogen dan satu kesatuan menjadi sebuah objek yang mewakili tiap kelas tutupan lahan.
- Sandric, 2010 yang mengklasifikasikan *orthophoto* digital untuk mendeteksi tanah longsor dengan metode berbasis objek menggunakan *scale level* 35 dan *merge level* 95. Kemudian penelitian lain oleh Rhinane, 2011 yang mendeteksi area perkampungan kumuh di Maroko dengan citra SPOT menggunakan *scale level* 30 dan *merge level* 93,3. Ini menunjukkan bahwa kisaran *scale level* dari 30-35 dan *merge level* 90-95 merupakan parameter yang terbaik untuk klasifikasi berbasis objek.

BAB III

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah di Kecamatan Kintap, Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan. Kabupaten ini terletak pada koordinat 114°30'20" BT - 115°23'31" BT dan 3°30'33" LS - 4°11'38" LS.



Gambar 3.1. Lokasi Kecamatan Kintap, Kabupaten Tanah Laut

(Sumber: Pemerintah Kabupaten Tanah Laut, 2013)

Luas wilayah Kabupaten Sorong mencapai 12.159,42 km², yang terdiri dari daratan seluas 3.631,35 km², dengan batas wilayah:

- Sebelah Utara : Kabupaten Banjar
- Sebelah Selatan : Laut Jawa

- Sebelah Barat : Laut Jawa
- Sebelah Timur : Kabupaten Tanah Bumbu dan Laut Jawa

Secara administratif Kabupaten Tanah Laut dibagi menjadi 11 kecamatan, 135 Kelurahan. (<http://www.tanahlautkab.go.id>).



Gambar 3.2. Perkebunan Kelapa Sawit di Kecamatan Kintap, Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan (PT. Zona Spasial 2016).

3.2 Data dan Peralatan

Data dan peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.2.1 Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Mozaik *orthophoto* hasil pengolahan foto udara area perkebunan kelapa sawit di Kecamatan Kintap, Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan yang terdiri dari 60 buah foto.

- b. Data *training area* sebanyak 11 foto.

3.2.2 Peralatan

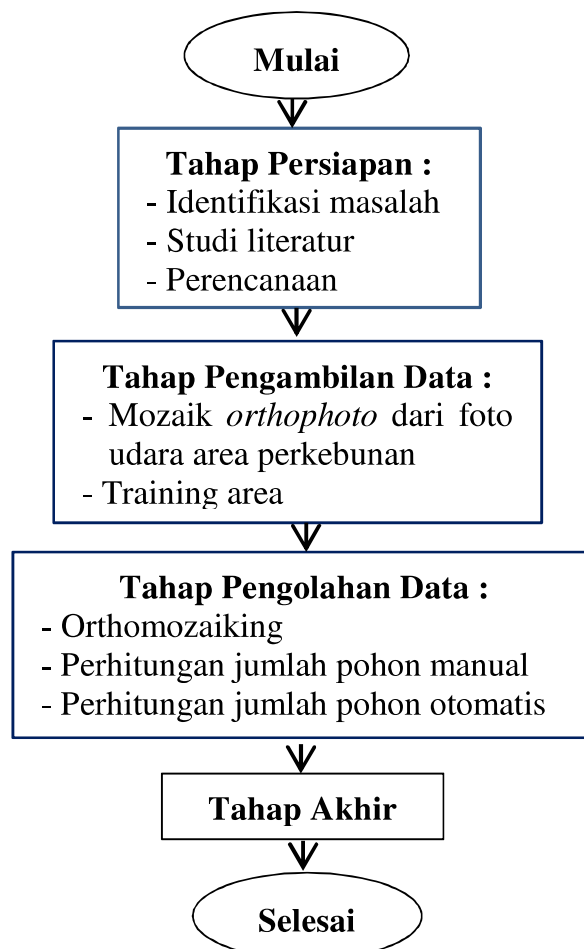
Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Laptop / *Personal Computer*
- b. *Printer*
- c. *Microsoft Office 2010*
- d. Perangkat lunak pemrosesan foto udara

3.3 Metodologi Penelitian

Metodologi Penelitian dibagi menjadi dua tahapan yaitu Tahapan Pelaksanaan Penelitian secara umum dan Tahapan Pengolahan Data. Tahapan metodologi penelitian dijelaskan pada subbab di bawah ini.

3.3.1 Tahapan Pelaksanaan Penelitian



Gambar 3.3. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

Penjelasan Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian :

Tahap Persiapan:

a. Identifikasi masalah

Tahapan ini merupakan tahapan awal dalam penelitian ini. Permasalahan mengenai luas lahan perkebunan kelapa sawit yang akan dikaji dalam penelitian ini. Permasalahan yang diangkat pada penelitian ini adalah bagaimana ketelitian perhitungan pohon kelapa sawit pada perkebunan kelapa sawit menggunakan metode klasifikasi berbasis objek.

b. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan bahan referensi untuk dipelajari sebagai bahan pendukung untuk kegiatan penelitian perhitungan pohon kelapa sawit pada perkebunan kelapa sawit menggunakan metode klasifikasi berbasis objek, diantaranya adalah dengan mencari beberapa referensi berupa buku, jurnal, paper ataupun dari internet yang berhubungan dengan bagaimana cara klasifikasi berbasis objek dan parameternya. Selain itu juga dilakukan pengumpulan data informasi mengenai luas area perkebunan kelapa sawit, dan produktivitas kelapa sawit di Kecamatan Kintap, Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan dan lokasi studi kasus, dari beberapa *website* milik kementerian pertanian.

c. Perencanaan

Dilakukan perencanaan untuk proses berikutnya, yaitu pengambilan dan pengolahan data. Seperti metode apa yang akan dilakukan, *software* apa yang akan digunakan. Perencanaan yang matang dapat meningkatkan efisiensi dan kelancaran sebuah penelitian.

Tahap Pengambilan Data:

- a. Mozaik *Orthophoto* dari pengolahan foto udara area perkebunan yang sebanyak 60 buah, dengan tinggi terbang rata-rata 411 meter dengan panjang fokus 9 mm.
- b. Data *training area*
Data *training area* merupakan data yang akan digunakan untuk validasi data saat proses klasifikasi dengan kondisi di lapangan, berupa foto objek yang ada di lokasi. Pada penelitian ini diambil data *training area* sebanyak 11 foto.

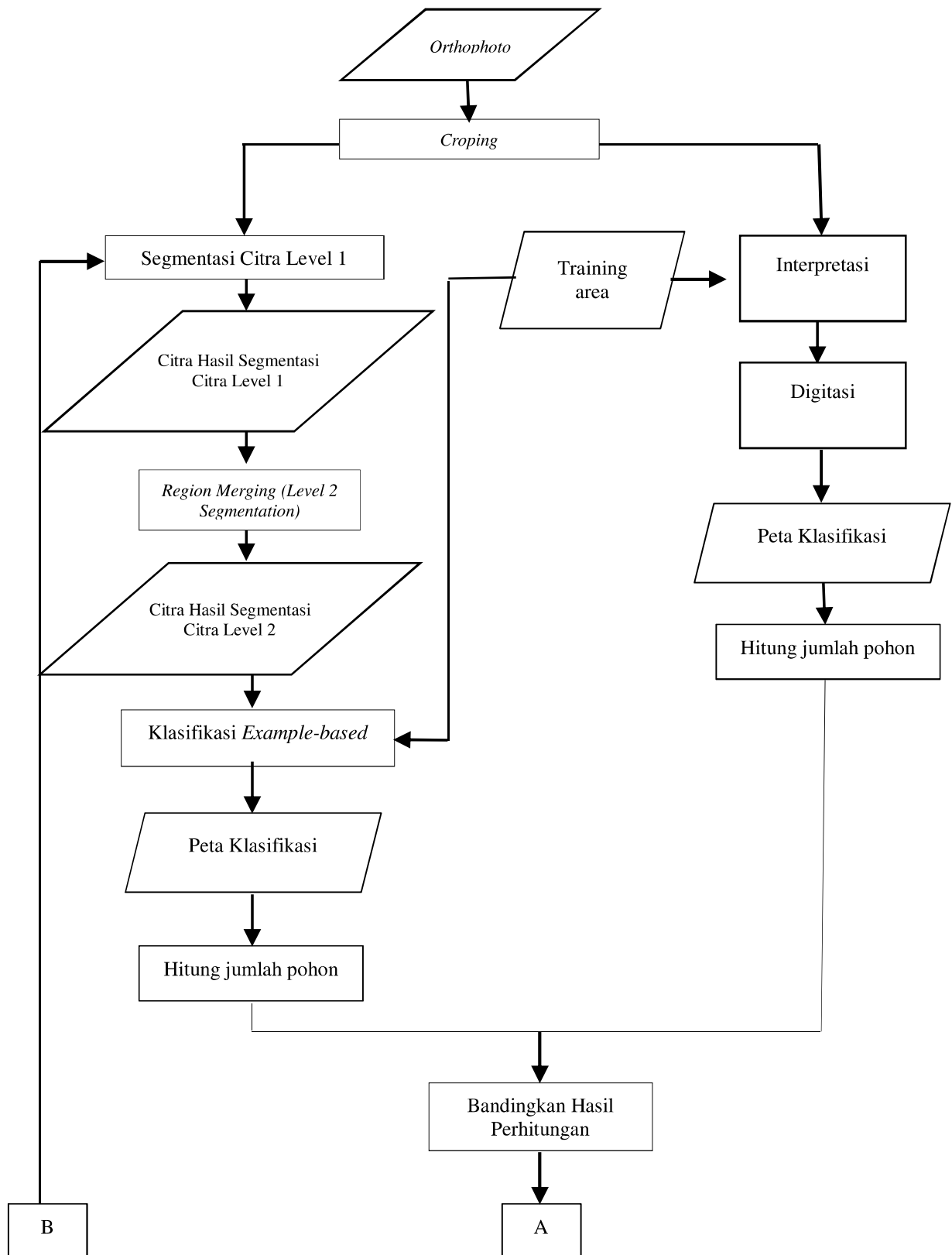
Tahap Pengolahan Data :

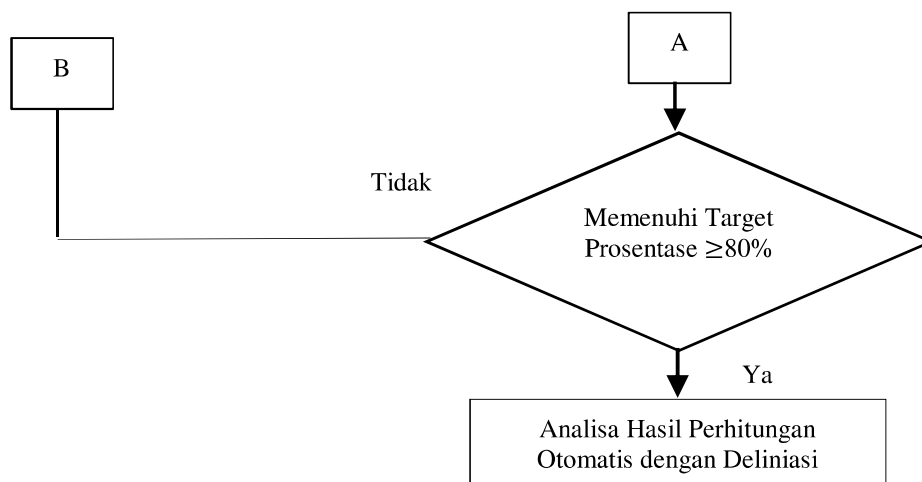
- a. Perhitungan jumlah pohon manual
Pada metode ini dilakukan dengan interpretasi visual dari *orthophoto* secara langsung. Dalam prosesnya, interpretasi didasarkan atas tujuh kunci interpretasi yaitu bentuk, pola, warna/corak, posisi, ukuran, struktur, dan tekstur.
Proses perhitungan deliniasi ini menggunakan *tools editing*. Untuk memudahkan identifikasi, tandai setiap pohon kelapa sawit dengan *point* atau titik. Dan kelas lainnya seperti tanah, rumput, bayangan, dahan dan dahan kering dengan *polygon* untuk dibandingkan luas areanya dengan hasil otomatis.
- b. Perhitungan jumlah pohon otomatis
Klasifikasi pohon kelapa sawit dengan metode berbasis objek atau otomatis prosesnya melalui empat tahapan utama yaitu *segmentation* (segmentasi), *region merging*, *refining* (penentuan *threshold*) dan *example-based classification*. Pada proses klasifikasi berbasis objek digunakan algoritma *k-nearest neighbor* (k-nn atau KNN).

Tahap Akhir :

- a. Hasil perhitungan secara otomatis ini kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan pohon kelapa sawit dengan metode deliniasi / manual, dengan pedoman hasil dari proses deliniasi / manual. Target keakuratan adalah lebih dari 80% dari perhitungan manual. Dan apabila belum mencapai target, maka akan dilakukan pengulangan proses perhitungan secara otomatis dengan input nilai parameter yang berbeda, dari situlah dapat dianalisa hubungan nilai parameter dengan hasil klasifikasi yang diharapkan dari dua kondisi perkebunan yang berbeda. Setelah analisa hasil, dilakukan pembuatan laporan Tugas Akhir sebagai dokumentasi pelaksanaan penelitian ini.

3.3.2 Tahapan Pengolahan Data





Gambar 3.4 : Diagram Alir Pengolahan Data

Penjelasan Diagram Alir Pengolahan Data:

1. Input Data

Data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah :

- a) *Orthophoto* dari pemrosesan foto udara perkebunan kelapa sawit di Kecamatan Kintap, Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan yang sebanyak 60 buah foto.
- b) *Training area* sebanyak 11 foto.

2. Cropping

Proses *cropping* diperlukan untuk kepentingan pengambilan sample lokasi yang akan dijadikan pembanding. Usahakan untuk memilih bagian area yang memiliki perbedaan situasi, misalnya dalam satu area yang di-*crop* terdapat bagian yang terkena bayangan awan, perbedaan warna ground, paparan sinar matahari dengan intensitas berbeda, dan perbedaan umur sawit. Perbedaan situasi tersebut merupakan parameter yang nantinya akan menjadi tolok ukur keakuratan perhitungan jumlah pohon kelapa sawit secara otomatis.

3. Perhitungan Manual (interpretasi, dan digitasi)

Proses perhitungan deliniasi ini menggunakan *tools editing*. Dalam mengidentifikasi objek digunakan

metode klasifikasi visual dengan menggunakan tujuh kunci interpretasi. Untuk memudahkan identifikasi, tandai setiap pohon kelapa sawit dengan *point* atau titik. Dan kelas lainnya seperti tanah, rumput, dan dahan kering dengan *polygon* untuk dibandingkan luas areanya dengan hasil otomatis.

4. Hasil Perhitungan Manual

Setelah selesai proses penandaan setiap pohon dengan *point*, *save* hasil *editing*, kemudian tampilkan *attribute table* pada *layer* perhitungan manual tersebut, maka jumlah *point* dapat langsung diketahui. Jumlah total pohon kelapa sawit dapat diketahui dari *attribute table*. Sedangkan untuk kelas lain, export hasil luas area pada *attribute table* ke format *.txt*, kemudian lakukan perhitungan dengan *Microsoft Office Excel 2010*.

5. Segmentasi Citra Level 1

Dilakukan untuk membagi suatu objek pada citra menjadi wilayah-wilayah yang homogen berdasarkan kesamaan antara tingkat keabuan suatu piksel dengan tingkat keabuan piksel-piksel tetangganya. Langkah ini termasuk dalam proses *Feature Extraction* (Ekstraksi Fitur) dengan memasukkan *scale level segmentation* untuk menentukan objek apa saja yang akan diekstraksi. Segmentasi dapat berjalan dalam berbagai skala level (0-100). Semakin kecil atau besarnya skala level berakibat pada kurang baiknya pemisahan antar objek pada citra.

6. Region Merging (Level 2 Segmentation)

Tujuan *region merging* pada dasarnya adalah memperbaiki kualitas segmentasi dengan melakukan pemisahan segmen berdasarkan spectral dan spasial. *Merging* merupakan tahapan untuk menggabungkan kelompok piksel yang sebelumnya telah disegmentasi agar menjadi sebuah objek secara utuh yang mewakili tiap kelas tutupan lahan. *Merging* dapat berjalan dalam

berbagai merge level (0-100). Semakin kecil merge level berakibat kurang baiknya hasil penggabungan objek yang homogen, sedangkan semakin besar merge level berakibat pada kaburnya batas antar objek tutupan lahan yang letaknya berdampingan.

7. Klasifikasi Berbasis Objek

Citra hasil segmentasi kemudian diklasifikasi dengan metode *example-based*, dengan cara memilih *training sample* untuk masing-masing kelas dari objek/segmen yang telah terbentuk dari segmentasi. Untuk proses klasifikasi kali ini digunakan algoritma *K-Nearest Neighbor*. Pada proses ini, dilakukan *input sample* kelas klasifikasi pada peta foto kebun kelapa sawit, antara lain:

- a) sawit
- b) dahan
- c) rumput
- d) tanah
- e) dahan kering

Pada akhir proses klasifikasi berbasis objek ini, kemudian dapat diketahui jumlah pohon sawit pada *report statistic*. Untuk area kebun Kelapa sawit jumlah pohon Kelapa sawit dapat dilihat dari jumlah pada kelas sawit.

8. Training area

Training area dalam penelitian ini bertujuan untuk validasi data pada interpretasi dan input kelas pada tahap *example-based classification* dengan kondisi lapangan.

9. Bandingkan Hasil Perhitungan

Pada tahapan berikutnya dilakukan perbandingan hasil perhitungan jumlah pohon kelapa sawit dengan metode deliniasi dan metode otomatis. Jika hasil perhitungan telah memenuhi batas target minimal yaitu 80%, maka metode perhitungan secara otomatis ini dapat

dinyatakan layak untuk menjadi metode terobosan untuk kepentingan monitoring lahan perkebunan kelapa sawit.

10. Analisa Hasil Perhitungan

Tahapan terakhir adalah menganalisa hasil pengamatan parameter foto udara perkebunan kelapa sawit dan perbandingan hasil perhitungan menggunakan metode deliniasi dan otomatis.

Didapati bahwa situasi area pada foto udara perkebunan sawit seperti yang telah disebutkan sebelumnya, memiliki pengaruh besar dalam keberhasilan perhitungan. Selain itu kualitas foto udara sebagai input dasar juga menjadi petokan.

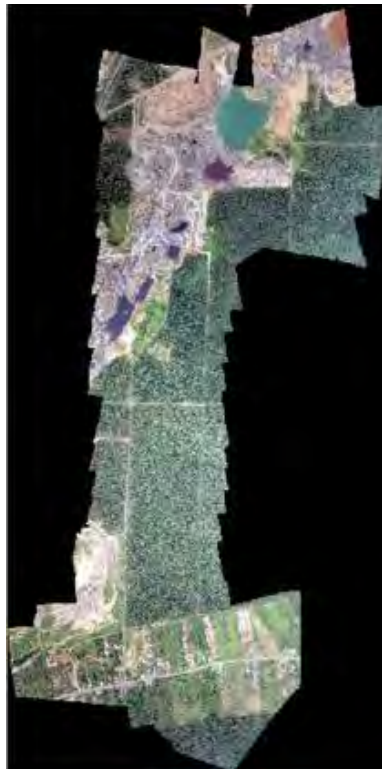
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1 Hasil

4.1.1 Hasil Mozaik *Orthophoto*

Berikut merupakan hasil *orthophoto* dari pengolahan foto udara:



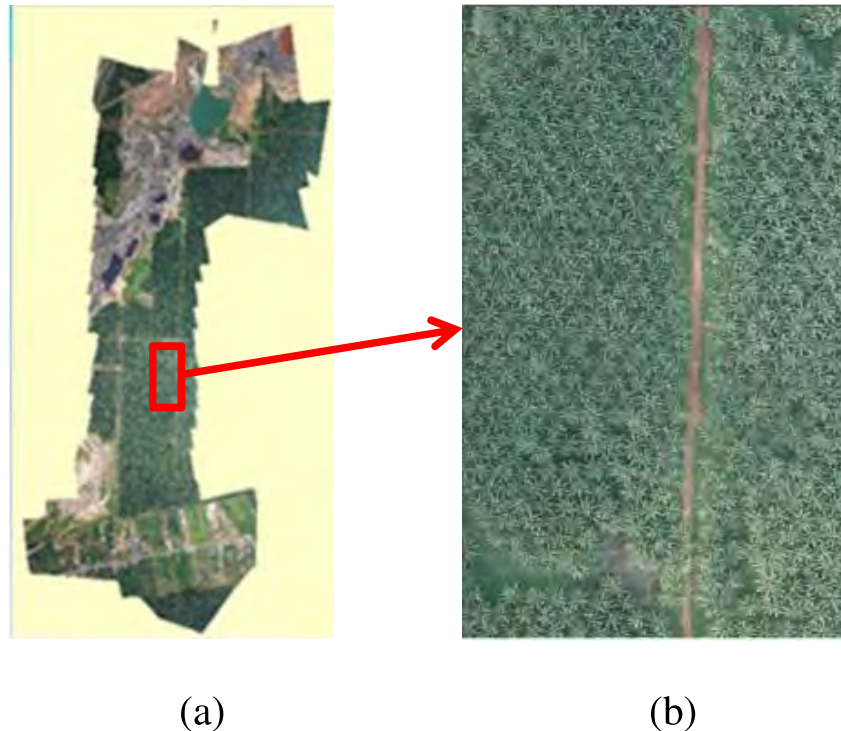
Gambar 4.1 Hasil *Orthophoto*

Berikut merupakan informasi dari hasil mozaik *orthophoto*:

Sistem proyeksi	: UTM-WGS '84 Zona 50 S
Satuan skala	: Meter
Tinggi terbang rata-rata	: 411 m
Panjang fokus	: 9 mm

4.1.2 Pemotongan *Orthophoto*

Orthophoto yang telah terkoreksi kemudian dipotong menjadi area yang lebih sempit untuk kemudian dilakukan klasifikasi perhitungan jumlah pohon kelapa sawit. Untuk area yang dipotong, dipilih area yang memiliki perbedaan situasi yang nantinya akan menjadi kelas dalam proses klasifikasi. Kelas tersebut antara lain: *canopy*, tanah, dahan kering, bayangan, rumput terang, dan rumput gelap.



(a) (b)
Gambar 4.2 (a) Mozaik *Orthophoto* sebelum *cropping*.
(b) Hasil pemotongan *orthophoto*

4.1.3 Hasil Perhitungan Otomatis

Dalam proses klasifikasi dengan metode berbasis objek, terdapat tiga tahapan utama, yaitu *Segmentation*, *Merging*, dan *Example-based*.

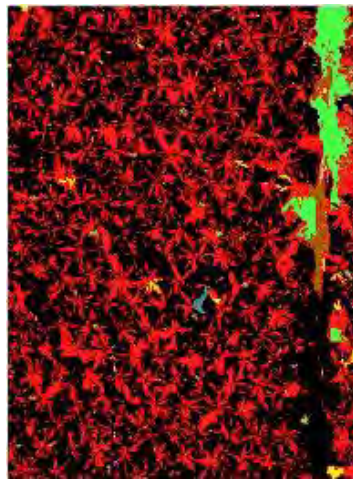
a. Hasil *Segmentation* dan *Merging*

Parameter *scale level* pada *segmentation* yang digunakan pada penelitian ini adalah 54.8, untuk *merge level* adalah 80.4 dan pada tahap *refine* dipilih *no threshold* karena dinilai memberikan hasil segmentasi

yang paling baik. Dalam penentuan parameter segmentation dan *merging* dilakukan dalam *setting window* yang sama.

Tabel 4.1 Parameter Segmentasi yang digunakan

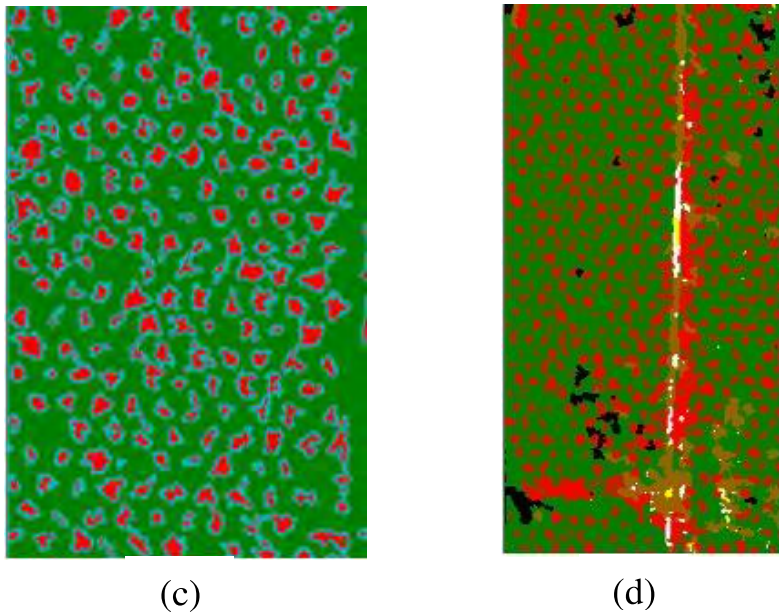
	Gambar a	Gambar b	Gambar c	Gambar d
Scale level	50.0	50.0	50.0	54.8
Merge level	87.6	38.4	77.8	80.4



(a)



(b)



Gambar 4.3 Parameter segmentasi (a) *Scale level 50, merge level 87,6* (b) *Scale level 50, merge level 38,4* (c) *Scale level 50, merge level 77,8* (d) *Scale level 54,8, merge level 80,4 (terbaik).*

b. Example-based

Berikut adalah contoh kelas yang dibuat untuk mengidentifikasi tiap objek:

- sawit diwakili warna merah sebanyak 87 *sample*.
- dahan diwakili warna ungu sebanyak 13 *sample*.
- tanah diwakili warna putih sebanyak 22 *sample*.
- rumput diwakili warna hijau muda sebanyak 12 *sample*.
- dahan kering diwakili warna kuning sebanyak 14 *sample*.

c. Hasil Klasifikasi Otomatis Berbasis Objek

Berikut hasil perhitungan luas otomatis dari tiap kelas:

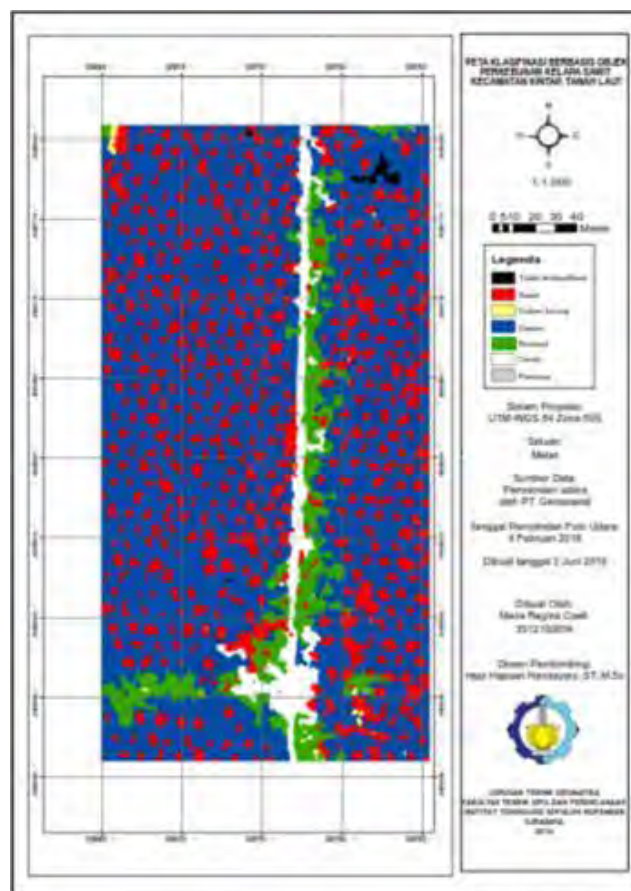
Tabel 4.2 Hasil perhitungan luas kelas non sawit dengan metode otomatis

	Dahan	Tanah	Rumput	Dahan kering	Tidak dikenali
U-3 (22-2)	31.122,057	2.190,949	3.571,756	107,312	243,842

Berikut hasil perhitungan jumlah pohon dengan metode otomatis:

Tabel 4.3 Hasil perhitungan jumlah pohon otomatis

	Sawit
Jumlah (pohon)	518



Gambar 4.4 Hasil peta klasifikasi berbasis objek

4.1.4 Hasil Perhitungan Manual

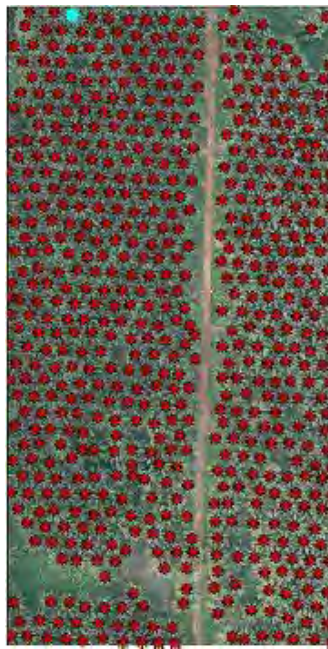
a. Interpretasi

Interpretasi *Orthophoto* dilakukan dengan visualisasi manual dengan tujuh kunci interpretasi, dan menggunakan data ground truth sebagai validasi. Berikut hasil interpretasi objek pada *orthophoto*:

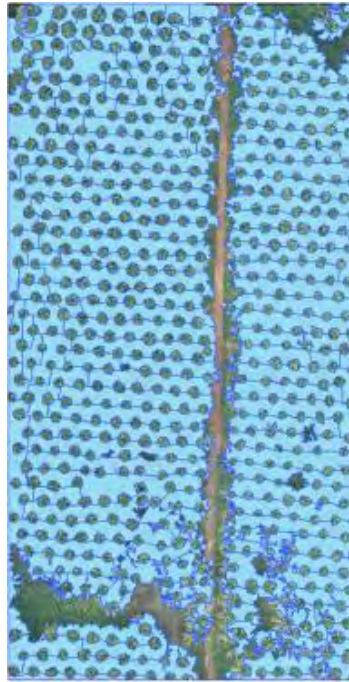
- sawit
- dahan (yang saling *overlap*)
- tanah
- rumput
- dahan kering

b. Digitasi

Untuk tiap objek yang teridentifikasi dilakukan digitasi. Sawit menggunakan *editing tools point*, sedangkan tanah, rumput, dan dahan kering menggunakan *editing tools polygon*.



Gambar 4.5 Hasil digitasi sawit dengan *editing tools point*.



Gambar 4.6 Hasil digitasi dahan dengan *editing tools polygon*.



Gambar 4.7 Hasil digitasi tanah dengan *editing tools polygon*.



Gambar 4.8 Hasil digitasi rumput dengan *editing tools polygon*.



Gambar 4.9 Hasil digitasi dahan kering dengan *editing tools polygon*.

c. Hasil Perhitungan Manual

Berikut hasil perhitungan manual luas dari tiap kelas:

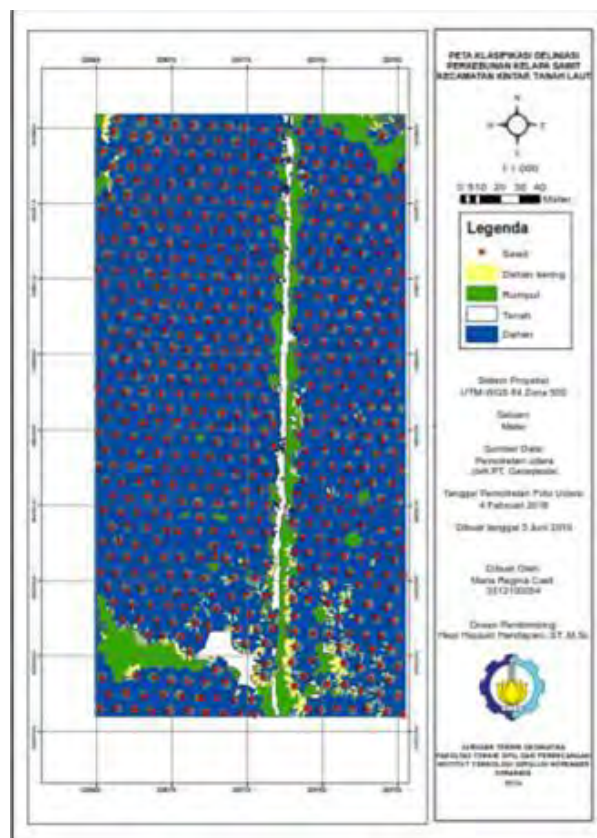
Tabel 4.4 Hasil perhitungan luas manual

	Dahan	Tanah	Rumput	Dahan kering
Luas ($\frac{1}{1000}$)	30.853	1.500	3.460	986

Berikut hasil perhitungan jumlah pohon dengan metode manual:

Tabel 4.5 Hasil perhitungan jumlah pohon manual

	Sawit
Jumlah (pohon)	612



Gambar 4.10 Peta Klasifikasi deliniasi

4.1.5 Perbandingan Hasil

Berikut adalah tabel perbandingan hasil luas dari kelas non Sawit dan tabel perbandingan hasil perhitungan jumlah pohon Sawit:

Tabel 4.6 Perbandingan hasil perhitungan luas

	Tanah (m ²)	Rumput (m ²)	Dahan kering (m ²)	Dahan (m ²)
Otomatis	2.190,949	3.571,756	107,312	31.122,057
Manual	1.500	3.460	986	30.853

Tabel 4.7 Perbandingan hasil perhitungan jumlah pohon sawit

	Otomatis	Manual
Jumlah pohon	518 pohon	612 pohon

4.2 Analisa

Berikut adalah analisa hasil dari serangkaian proses penelitian sebelumnya:

4.2.1 Analisa Mozaik Orthophoto

1. Untuk memastikan bahwa hasil mozaik *orthophoto* telah benar memiliki ketinggian (tergeoreferensi), dilakukan penampalan hasil mozaik *orthophoto* dengan DEM. Dari hasil tersebut diketahui bahwa telah benar mozaik *orthophoto* memiliki ketinggian. Sehingga disimpulkan proses georeference yang dilakukan telah benar.



Gambar 4.11 Tampilan *orthophoto* dengan DEM

2. Berdasarkan hasil interpretasi dari data training area, dapat dipastikan hasil mozaik *orthophoto* telah benar,

dengan sesuainya kelas objek pada hasil mozaik *orthophoto* dengan training area.

3. Dikarenakan cuaca saat pemotretan cukup berawan, maka pada hasil *Orthophoto*, terdapat beberapa area perkebunan yang tampak gelap, sehingga memberikan hasil klasifikasi berbasis objek yang kurang baik. Oleh karena itu peneliti memilih melakukan cropping pada area yang dinilai memiliki intensitas cahaya matahari yang baik.

4.2.2 Analisa Hasil Perhitungan Otomatis

a. Segmentasi

Dikarenakan segmentasi dilakukan untuk membagi suatu objek pada citra menjadi wilayah-wilayah yang homogeny berdasarkan kesamaan antara tingkat keabuan suatu piksel dengan tingkat keabuan piksel-piksel tetangganya, maka pada area yang lebih gelap, objek tersegmentasi lebih general dibandingkan objek lain dengan pencahayaan yang cukup, meskipun dengan menggunakan nilai parameter yang sama. Segmentasi dapat berjalan dalam berbagai skala level (0-100). Semakin besar skala, maka objek akan semakin tergeneralisasi. Pada penelitian kali ini parameter segmentasi 54,8 dinilai memberikan hasil klasifikasi terbaik.

b. Merging

Merging dapat berjalan dalam berbagai skala level (0-100) dalam satuan piksel. Semakin besar skala, maka objek akan semakin tergeneralisasi. Dan sebaliknya, semakin kecil skala maka pada satu objek dapat terklasifikasi menjadi beberapa objek. Pada penelitian kali ini parameter *merging* 80,4 dinilai memberikan hasil klasifikasi terbaik.

c. Example-based

Dalam melakukan penelitian ini dilakukan 11 kali percobaan, dengan jumlah contoh kelas yang berbeda.

Dan didapati bahwa semakin banyak/ terlalu detail dalam mengklasifikasikan kelas, maka hasil klasifikasi semakin kurang baik. Karena untuk objek yang sama dapat terklasifikasi menjadi beberapa kelas. Jumlah kelas yang dinilai ideal pada penelitian ini adalah lima kelas, yaitu sawit, dahan kering, dahan , rumput, dan tanah.

d. Hasil Ketelitian

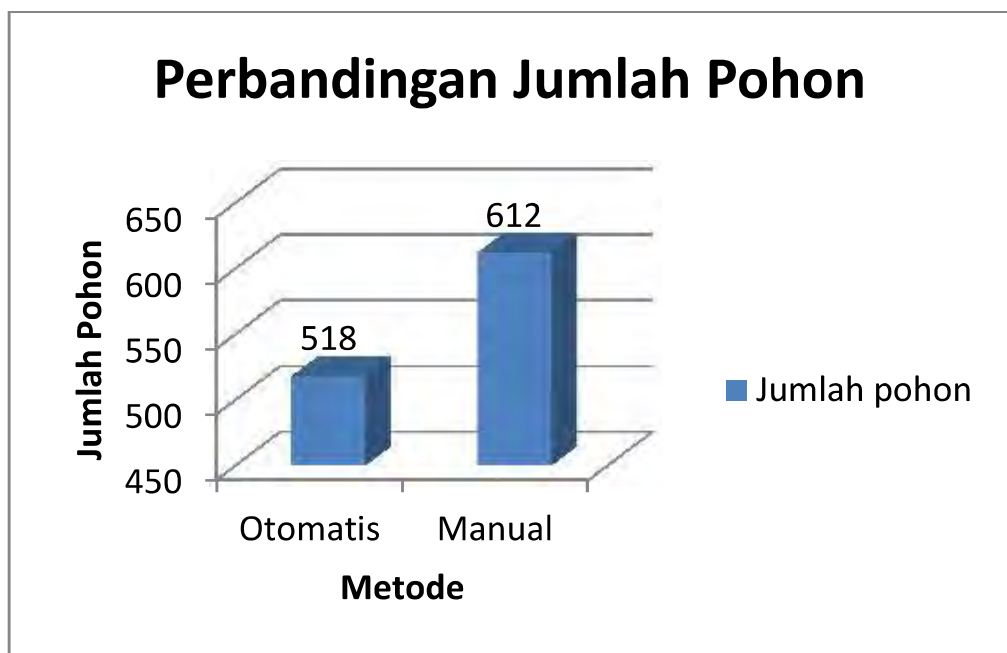
1. Berdasarkan pengamatan akan hasil klasifikasi, didapat banyak kesalahan klasifikasi objek pada area yang terdapat kelas heterogen. Yaitu pada kelapa sawit yang berbatasan dengan jalan, yang memiliki kelas tanah dan rumput.
2. Selain itu kesalahan klasifikasi objek oleh software juga banyak terdapat pada area kelapa sawit yang memiliki dahan kering. Hal tersebut dikarenakan warna dahan kering dengan tanah tampak mirip.
3. Hasil klasifikasi kurang baik pada area yang gelap yang tertutup bayangan awan. Hal itu dikarenakan software mengidentifikasi objek berdasarkan nilai grey scale. Sehingga untuk area yang kurang mendapat cahaya, akan tampak mirip, dan diidentifikasi sebagai objek yang sama oleh *software*.

4.2.3 Analisa Hasil Perhitungan Manual

1. Saat semua *layers* kelas diaktifkan, tidak tampak adanya *gap* antar *layers*. Hal ini dikarenakan proses pendigitan yang baik dengan menggunakan *editing tools trace* untuk menghindari adanya *gap*.
2. Dari hasil perhitungan, didapati bahwa kelas Dahan memiliki luas area terbesar, yaitu 30.853 m². Sedangkan dahan kering memiliki luas area terkecil, yaitu 986 m²

4.2.4 Analisa Perhitungan Pohon

1. Uji nilai parameter pada proses perhitungan menggunakan klasifikasi berbasis objek, dilakukan terhadap nilai perhitungan secara deliniasi, dengan target $>80\%$. Dan didapat prosentase hasil sebesar $84,64\%$, yaitu sejumlah 518 pohon pada metode klasifikasi berbasis objek, sedangkan pada metode deliniasi didapat 612 pohon. Hal itu menunjukkan bahwa perhitungan jumlah pohon menggunakan metode klasifikasi berbasis objek dapat digunakan sebagai alternatif perhitungan jumlah pohon Kelapa Sawit pada perkebunan Kelapa Sawit untuk kepentingan monitoring lahan.



Gambar 4.12 Grafik perbandingan Perhitungan Jumlah Pohon Kelapa Sawit

2. Dari hasil perbandingan luas kelas non Kelapa Sawit dengan dua metode, didapati bahwa perhitungan otomatis luas kelas dahan paling akurat. Yaitu memiliki prosentase selisih dengan hasil perhitungan manual sebanyak $0,547\%$.

Sedangkan kelas tanah dan dahan kering mendapatkan akurasi yang kurang baik. Yaitu dengan prosentase selisih perhitungan sebesar 46,063 % untuk luas tanah dan 89,117 % untuk kelas dahan kering dari hasil perhitungan manual. Hal ini dikarenakan warna tanah dan dahan kering yang tidak berbeda jauh/ mirip, sehingga *software* kesulitan untuk membedakan.



Gambar 4.13 Grafik perbandingan perhitungan luas kelas non sawit

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Hasil perhitungan jumlah pohon Kelapa Sawit dengan metode manual sejumlah 612 pohon, sedangkan hasil perhitungan dengan metode otomatis sejumlah 518 pohon. Hal ini berarti target prosentase perhitungan tercapai, yaitu mencapai 84,64 %.
2. Hasil dari penelitian ini berupa peta klasifikasi dengan metode manual dan otomatis. Dan dari hasil perbandingannya diketahui bahwa jumlah hasil perhitungan luas dahan otomatis melebihi hasil manual sebanyak 0,547%. Sedangkan kelas tanah dan dahan kering mendapatkan akurasi yang kurang baik. Yaitu dengan prosentase selisih perhitungan sebesar 46,063 % untuk luas tanah dan 89,117 % untuk kelas Dahan kering.
3. Terdapat perbedaan jumlah pohon dengan perhitungan otomatis dengan manual sebesar 15,36%. Meskipun prosentase tersebut telah memenuhi target penelitian ini, namun jumlah tersebut masih terbilang cukup signifikan, oleh karena itu diperlukan penelitian lebih lanjut.

5.2 Saran

Saran yang diberikan oleh penulis adalah:

1. Pengambilan data foto sebaiknya dilakukan pada pagi atau sore hari ketika tidak terdapat terlalu banyak awan, hal ini untuk menghindari objek / area tertutup bayangan awan, dengan harapan mendapatkan hasil klasifikasi otomatis yang baik.
2. Perlu adanya penelitian tentang menghitung pohon pada perkebunan yang heterogen, dengan cara otomatis.

3. Pada saat memasukkan kelas spesifikasi objek, sebaiknya buat lebih detail atau lengkap sesuai kondisi di lapangan untuk memudahkan software dalam mengidentifikasi objek.

DAFTAR PUSTAKA

- Bagus, Ida. 2009. *Penetapan Batas Laut Daerah*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Calderero, F., Marques, F. 2013. *Image Analysis and Understanding Based on Information Theoretical Region Merging Approaches for Segmentation and Cooperative Fusion*. Pennsylvania : Information Science Reference.
- Exelis Visual Information Solution. 2013. ENVI EX : Feature Extraction Module <URL: www.exelisvis.com >
- Flanders, D., H. Mryka dan P. Joan, 2003. *Preliminary Evaluation of eCognition Object Based Software for Cut Block Delineation and Feature Extraction*. Canadian Journal of Remote Sensing, 20: 441-452.
- Hariyanto, Teguh. 2003. *Photogrammetry 1 (GD-1508)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Press.
- Lillesand and Kiefer, 1993. *Remote Sensing and Image Interpretation*, Jhon Wiley and Sons, New York.
- Mather, P.M. 1987. *Computer Processing of Remotely-sensed Images: an Introduction*. Chichester: John Wiley.
- Noor, Djauhari. 2012. *Geologi foto*. Bogor: Pakuan University.
- Projo, Danoedoro. 2012. *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Yogyakarta: Andi.
- Projo, Danoedoro. 1996. *Pengolahan Citra Digital: Teori dan Aplikasinya di Bidang Penginderaan Jauh*. Yogyakarta: Andi.

- Purwadhi, F. S. H. 2001. *Interpretasi Citra Digital*. Jakarta: PT. Grasindo.
- Rhinane,H., Hilali,A.,Berrada,A., Hakdaoui,M. 2011. *Detecting Slums from SPOT Data in Casablanca Morocco Using an Object Based Approach*. Maroko : Journal of Geographic Information System, 2011, 3, 217-224
- Rizcanofana, Rochamukti.2013. *Metode Klasifikasi Digital untuk Citra Satelit Beresolusi Tinggi WorldView-2 pada Unit Pengembangan Kertajaya dan Dharmahusada Surabaya*. Surabaya:Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Robinson, D. J., N. J. Redding, dan D. J. Crisp.2002.Implementation of a Fast Algorithm for Segmenting SAR Imagery, Scientific and Technical Report. Australia: Defense Science and Technology Organization.
- Sandric,I.,Mihai,B.,Chitu,Z.,Gutu,A.,Savulescu,I. 2010. *ObjectOriented Methods For Landslides Detection Using High Resolution Imagery, Morphometric Properties And Meteorological Data*. Bucharest :University of Bucharest.
- Short., N.M., 1982. The Landsat Tutorial Book-Basics of Satellite Remote Sensing Workbook. NASA. New York
- Snyder, W., 2005. Active Contour for Multispectral Images with Non-homogeneous Sub-regions.Dept.of Electrical and Computer Engineering North Caroline State University.
- Suharjo, Bayu. 2013. *Evaluasi Tutupan Lahan Dari Citra Resolusi Tinggi Dengan Metode Klasifikasi Digital Berorientasi Objek*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Sukojo, Bangun Mulyo. 2012. *Penginderaan Jauh (Dasar Teori dan Terapan)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Suryo, Anindityo. 2013. *Studi Perubahan Tutupan Lahan DAS Ciliwung dengan Metode Klasifikasi Terbimbing Citra Landsat ETM7+ Multitemporal*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Press.
- Wolf, P. R. 1993. *Elemen Fotogrametri dengan Interpretasi Foto Udara dan Penginderaan Jauh Edisi Kedua*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Wu, Xiaolin (1993). *Adaptive Split-and-Merge Segmentation Based on Piecewise Least-Square Approximation*. IEEE Transaction On Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 15, No. 8, August 1993.
- <URL:<http://st2013.bps.go.id/dev2/index.php/site?id+6300000000&wilayah=Kalimantan-Selatan>> Dikunjungi pada 10 Februari 2016, jam 09.00.
- <URL:<http://kalsel.litbang.pertanian.go.id>> Dikunjungi pada 3 Juni 2016, jam 09.57.
- Yofianto, Evan. 2010. *K-Nearest Neighbor (KNN)*. Surabaya: Universitas Airlangga

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1

Foto *Training Area*





Lampiran 2

CD hasil penelitian berisi:

1. Laporan penelitian dalam bentuk *.pdf*.
2. Peta klasifikasi berbasis objek dalam format *.pdf*.
3. Peta klasifikasi deliniasi dalam format *.pdf*.

Lampiran 3

Peta hasil penelitian :

1. Peta klasifikasi berbasis objek dalam ukuran A3.
2. Peta klasifikasi deliniasi dalam ukuran A3.

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Sintang, Kalimantan Barat, 29 Maret 1994, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Pertiwi, SDN 1 Garum, kemudian melanjutkan ke SMPN 4 Blitar, dan SMAN 1 Talun. Melanjutkan kuliah S-1 dengan mengikuti program SNMPTN jalur tertulis dan diterima di Teknik Geomatika – FTSP, ITS pada tahun 2012 terdaftar dengan NRP 3512100054. Selama kuliah di Teknik Geomatika penulis aktif mengikuti berbagai kegiatan kampus dan kepanitiaan. Penulis pernah melakukan kerja praktek di PT. Zona Spasial untuk melakukan pemrosesan citra foto udara untuk pembuatan *Digital Terrain Model (DTM)*. Di akhir tahun 2015, penulis menjadi salah satu tim peneliti dosen Teknik Geomatika yaitu Ibu Hepi Hapsari H, S.T, M.Sc. Di akhir masa studi sarjananya penulis melakukan sebuah penelitian dengan judul **“Studi Perhitungan Jumlah Pohon Kelapa Sawit Menggunakan Foto Udara Berdasarkan Metode Klasifikasi Berbasis Objek (Studi Kasus : Perkebunan Kelapa Sawit di Kecamatan Kintap, Kabupaten Tanah Laut)”**.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”